

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

I.X.Ayubova

ATROF MUHIT KIMYOSI VA SIFAT ANALIZI

(I- qism)

DARSLIK

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va O‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan oliy o‘quv yurtlarining 5630100- “Ekologiya va atrof muhit muhofazasi” (sanoat korxonalarini) talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

TOSHKENT 2018

UDK 574(075.8)

BBK 28.081.1ya73

Muallif:

Ayubova Indiraxon Xamidovna

Atrof muhit kimyosi va sifat analizi (I- qism): bakalavrlar uchun darslik.-
Toshkent.2018-215 b.

Mazkur darslikda ekologik tizimlar va biosferada amal qiladigan asosiy qonuniyatlar bayon qilingan. Biosferaning ifloslanishi muammolari bo‘limlarga ajratilib ko‘rib chiqilgan: yer paydo bo‘lishi va evolyutsiyasi, gidrosfera, atmosfera, atmosferadagi ozon tuynuklari, kislotali yomg‘irlar, oqibatlar va muammoni hal qilish usullari, toksik moddalar va kimyoviy elementlarning antropogen ta’siri, radionuklidlar va ularning atrof-muhitga ta’siri.

Darslik Oliy davlat ta’limi standartlarining dolzarb talablariga mos keladi. “Texnosfera xavfsizligi”, “Ekologiya va tabiatdan foydalanish”, “Ekologiya va atrof muhit muhofazasi” fan yo‘nalishlari bo‘yicha texnika oliy o‘quv yurtlari talabalariga, shuningdek aspirantlar, o‘qituvchilar hamda atrof-muhit, ekologiya va tabiatdan oqilona foydalanish masalalari bilan qiziquvchilarga mo‘ljallangan.

Taqrizchilar:

O‘zbekiston milliy universiteti

“Biokimyo” kafedrası professori b.f.d.

Abdullaeva M.M.

Toshkent davlat texnika universiteti

“Ekologiya va atrof muhit muhofazasi”

kafedrası mudiri t.f.d. dots.

Raximova L.S.

MUNDARIJA

Kirish.....	6
1-bob. Yerning paydo bo‘lishi va tuzilishi.....	8
1.1. Koinotning kelib chiqishi va evolyutsiyasi.....	8
1.2. Yerning kelib chiqishi va evolyutsiyasi.....	19
1.3. Yer qobig‘i va atmosferaning paydo bo‘lishi.....	21
1.4. Gidrosferaning paydo bo‘lishi.....	22
Nazorat savollari.....	25
2-bob. Gidrosfera kimyosi.....	26
2.1. Yer gidrosferasi haqida umumiy ma’lumotlar.....	26
2.2. Suvning sho‘rlanishi haqida umumiy ma’lumotlar.....	27
2.3. Kontinental suvlar kimyosi.....	28
2.4. Yer osti suvlari kimyosi. Yer osti suvlarining ifloslanishi.....	32
2.5. Okean suvlari kimyosi.....	35
2.5.1 Dengiz suvidagi asosiy ionlarning kimyoviy aylanma harakati.....	40
2.5.2. O‘rta okean tepaliklari orqali dengiz suvining gidrotermal sirkulyatsiyasi (O‘OT).....	45
2.5.3. Erigan gazlar.....	48
2.5.4. Dengiz suvining organik moddalari.....	51
2.6. Gidrosferaning ifloslanishi.....	55
2.6.1. Suv havzalari evtrofikatsiyasi. Suv resurslarini ortiqcha sarflashning asoratlari.....	55
2.6.2. Suvlarning achishi.....	60
2.7. Ichimlik suvi kimyosi.....	61
2.7.1. Suv manbalari va ob‘ektlari muhofazasi hamda holati.....	62
2.7.2. O‘zbekiston Respublikasi suv resurslarining xalq xo‘jaligidagi ahamiyati va uni muhofaza qilish.....	64
2.7.3. Suv muhitini muhofaza qilishga oid qonunchilik.....	65
Nazorat savollari.....	69
3-bob. Atmosfera kimyosi.....	71
3.1. Atmosferaning tarkibi.....	72
3.2. Atmosferadagi izli moddalarning reaksiya qobiliyati.....	81
3.3. Shaharlar atmosferasi.....	85
3.4. Havo ifloslanishi va salomatlik.....	92
3.5. Havo ifloslanishining oqibatlari.....	93
3.5.1. O‘zbekistonda atmosferaning ifloslanishi va uning oqibatlari.....	95
Nazorat savollari.....	98
4-bob. Atmosferada ozon tuynuklari. Hosil bo‘lishi sabablari va asoratlari.....	100

4.1. Ozon miqdorini o'lchash.....	100
4.2. Ozonning xlor saqlovchi birikmalar bilan yemirilishi.....	109
4.3. XFUlarni ishlab chiqarishni cheklash va muqobil yechimlarini izlash. Ozon qatlamini yemiruvchi moddalar haqida Monreal bayonnomasi.....	112
Nazorat savollari.....	118
5-bob. Noorganik moddalarning atmosferadagi kimyoviy o'zgarishlari.....	120
5.1. Atmosferadagi ifloslantiruvchi kislotali moddalarning kimyoviy o'zgarishlari.....	130
5.1.1. Oltingugurt birikmalarining kimyoviy o'zgarishlari.....	130
5.1.2. Azot birikmalarining kimyoviy o'zgarishlari.....	132
5.2. Kislotali yog'ingarchiliklarning biosfera va insonga ta'siri.....	134
5.3. Kislotali yomg'irlardan himoyalash usullari.....	142
Nazorat savollari	144
6-bob. Metall ionlari bionoorganik kimyosi. Zaharli metal ionlari antropogen ta'siri. Elementlarning global biogeokimyoviy sikllari.....	146
Nazorat savollari.....	169
7-bob. Tuproq kimyosi va himoyasi. Tuproq degradatsiyasi-dunyo miqyosidagi ekologik tahdid.....	171
7.1. Tuproqlarning nanotarkibiy tuzilishi.....	173
7.2 Tuproqlarning kimyoviy tarkibi.....	177
7.3. Tuproqlarning kimyoviy ifloslanishi va muhofazasi.....	182
Nazorat savollari.....	188
8-bob. Nurlanish va uning atrof muhitga ta'siri.....	189
8.1. Izotoplar va radioaktiv nurlanish.....	190
8.2. Atrof-muhitdagi izotoplar.....	193
8.3. Radon.....	197
8.4. Radiokimyoy va radiobiologiyaning ba'zi tushunchalari.....	202
8.5. Tabiiy radiatsion fon.....	205
8.6. Respublikamizdagi radioaktiv chiqindilar va xavfsizlik.....	205
8.7. O'zbekistondagi radiatsion ekologik holat.....	206
8.8. Aholi punktlarining radiatsion-ekologik holati.....	208
Nazorat savollari.....	208
Xulosa.....	210
Adabiyotlar ro'yhati.....	213

*Ushbu kitobimni meni ilimli, olima
bo‘lishimni orzu qilib doimo duoda bo‘lgan
otajonim va onajonimning yorqin
xotiralariga bag‘ishlayman*

KIRISH

Hozirgi paytda insoniyat o'z faoliyati bilan bizga ma'lum bo'lgan eng katta ekotizim - yer biosferasini degradatsiyaga olib kelishi mumkinligi hech kimda shubha uyg'otmaydi. Bunday halokatli hodisa ro'y bersa, u insoniyat erishgan barcha yutuqlarni yo'qqa chiqaribgina qolmay, balki uning kelgusida yashashiga ham imkon qoldirmaydi. Agar sodir bo'layotgan va bashorat qilinayotgan jarayonlar - ya'ni iqlim o'zgarishi, atmosferaning oksidlanish salohiyati, ozon sferasining holati yoki bioxilma-xillikning, dengiz va kontinental biotalar hosildorligining kamayishi mohiyatiga chuqurroq qarasak, bularning barchasi atrof muhitda evolyutsion shakllangan kimyoviy muvozanatning buzilishi oqibati ekanligini ko'ramiz.

Bugungi kunga kelib ilmiy fanlarning butun bir kompleksi vujudga kelganki, ularni o'rganish ob'ekti – atrof-muhitdagi kimyoviy jarayonlar, yoki boshqacha qilib aytganda, atrof muhit kimyosidir. Keng ma'noda atrof muhit kimyosi geokimyoy, gidrokimyoy, tuproq kimyosi va biologik kelib chiqishli tabiiy birikmalar kimyosi tomonidan o'rganilayotgan barcha narsalarni o'z ichiga oladi.

Atrof muhit kimyosida o'rganilayotgan jarayonlarning muddati, odatda geologik davrlarni o'z ichiga oladigan geokimyodan farqli o'laroq, bir necha daqiqalardan bir necha asrlargacha bo'lgan vaqtni qamrab oladi.

Atrof muhit kimyosi muammolari bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar stratosfera ozon qatlamining yemirilishi, global isish, parnik effekti va boshqalar kabi muhim masalalarning yechimini topishda faol ishtirok etmoqdalar. Bundan tashqari, ular mintaqaviy va mahalliy muammolar, masalan kislota yomg'irlari ta'siri va suv resurslarini ifloslanishi kabilarda atrof muhitning rolini o'rganadilar.

Ko'pchilik uchun "atrof muhit kimyosi" atamasi "ifloslanish" atamasi bilan bog'langan. Umid qilamizki, ushbu darslik atrof muhit kimyosi qanchalik keng ma'noni qamrab olganligini ko'rsatadi. Bizning maqsad – yer yuzida uchraydigan tabiiy kimyoviy jarayonlarni, insoniyatning tabiiy kimyoviy tizimlarga qanday ta'sir ko'rsatgani va kelajakda yana qanday ta'sirlar ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatishdir.

Atrof muhit kimyosi va sifat analizi tabiiy fanlar tizimiga kiradi va mutaxassislik fani hisoblanadi. U bakalavr-ekolog tayyorlashda muhim hisoblanadi.

Talaba fanni o‘zlashtirgandan so‘ng quyidagilarni bilishi lozim:

- atmosfera, gidrosfera, biosferadagi fizik- kimyoviy jarayonlar;
- ifloslovchilar turlari va ularning sabablari haqidagi tadqiqotlar asoslari;
- tabiatni muhofaza qilish qonunchiligi asoslari;
- kimyoviy va ekologik monitoringni tashkil qilish va tamoyillarini;

Quyidagi ko‘nikmalarga ega bo‘lishi:

— atrof muhit muhofazasi bo‘yicha amaliy masalalarni yechish uchun ma’lumot materiallari va me’yoriy hujjatlardan foydalanish;

- ekotizimga zamonaviy texnologiyalarning salbiy ta’sirini bashorat qilish;

Quyidagilarni o‘zlashtirishi lozim:

- atrof muhit ob’ektlari kimyoviy va ekologik monitoringining usullarini;
- atrof muhit muhofazasi va tabiatdan oqilona foydalanish tamoyillari haqida tasavvurlarni.

1- BOB

YERNING PAYDO BO'LISHI VA TUZILISHI

Talaba ushbu bobni o'zlashtirganlan so'ng:

- “Atrof muhit kimyosi va sifat analizi” fanini va tadqiqot ob'ektini;
- Olamning paydo bo'lishi, Yerning yaratilishi va evolyutsiyasi haqida zamonaviy tasavvurlarni **bilishi**;
- Og'irlik sonini aniqlashni **bajara olishi**;
- Yer po'stlog'i va gidrosferaning paydo bo'lishi haqidagi;
- Ularning kimyoviy tarkibi haqidagi bilimlar asoslariga **ega bo'lishlari kerak**.

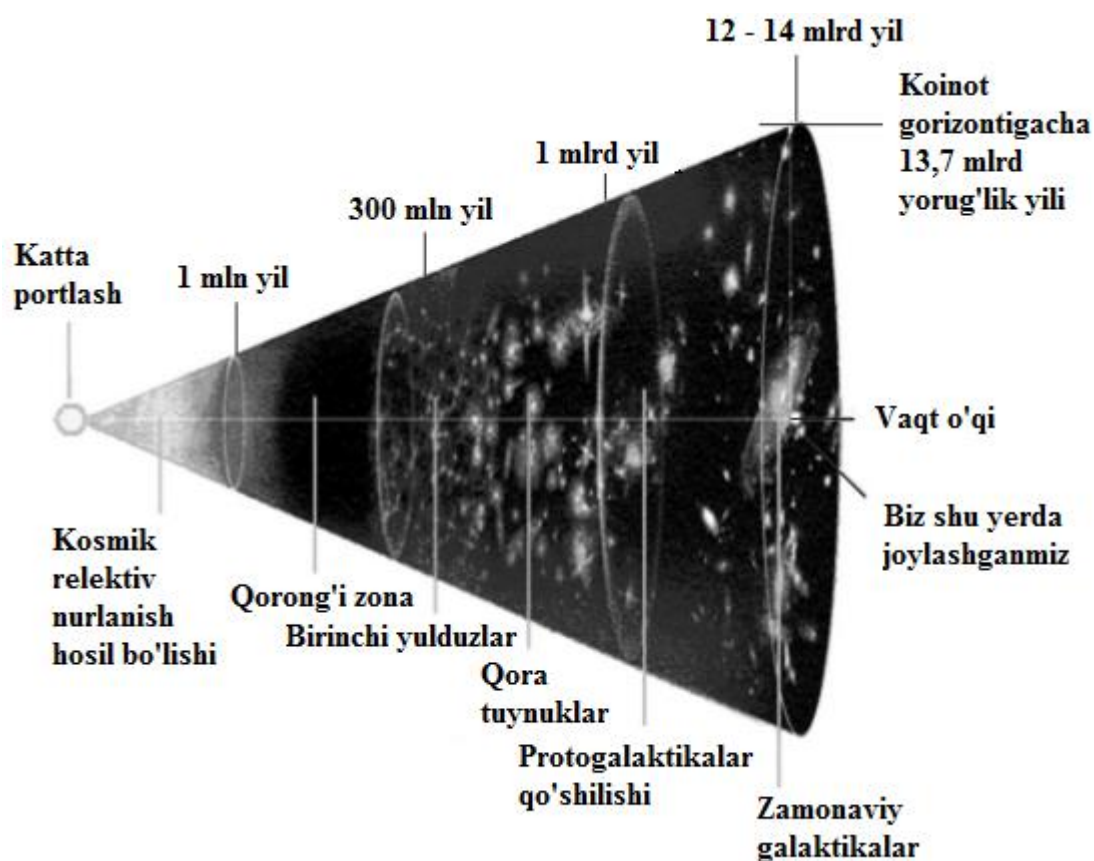
1.1. Koinotning kelib chiqishi va evolyutsiyasi

Hozirgi zamon tasavvurlariga ko'ra, biz ayni paytda kuzatayotgan Koinot $13,73 \pm 0,12$ mlrd yil avval ba'zi bir boshlang'ich «singulyar» holatdan paydo bo'lgan bo'lib, o'sha paytdan beri uzluksiz kengaymoqda va sovumoqda. Zamonaviy fizik nazariyalarni qo'llashning barchaga ma'lum cheklanishlarini hisobga olsak, tadqiqotlarimizning eng dastlabki vaqti taxminan 10^{32} K haroratdagi (plank harorati) va 10^{93} g/sm³ ga yaqin zichlikdagi (plank zichligi) Plank davri bo'ladi. Dastlabki Koinot nihoyatda yuqori energiya zichligiga, haroratga va bosimga ega bo'lgan bir jinsli va izotrop muhitdan iborat edi. Koinotda kengayish va sovush natijasida sodir bo'lgan fazali o'tishlarni gazdan suyuqlikka o'tishga o'xshatish mumkin, ammo bu endi elementar zarrachalar darajasida yuz bergan. Plank davri (plank vaqti — katta portlashdan so'ng 10^{-43} s, bu paytda gravitatsion o'zaro ta'sirlar boshqa fundamental o'zaro ta'sirlardan ajralgan) boshlangandan taxminan 10^{-35} s o'tib, fazali o'tish koinotning eksponensial kengayishiga olib keldi.

“Katta portlash” (inglizcha Big Bang) dan so'ng o'n milliard yillar mobaynida oddiy shaklsiz modda sekin-asta atomlar, molekulalar, kristallar, toshlar, sayyoralarga aylangan. Katta miqdordagi oddiy tuzilishga ega bo'lgan

elementar zarrachalardan yulduzlar, tizimlar dunyoga kelgan. Ba'zi bir sayyoralarda hayot shakli paydo bo'lgan bo'lishi mumkin.

Hozircha Katta portlash nazariyasi javob bera olmaydigan qator savollar mavjud. Lekin uning asosiy bandlari ishonchli eksperimental ma'lumotlar bilan tasdiqlangan. Shu bilan birga, nazariy fizikaning hozirgi darajasi olam boshlanishining dastlabki soniyalarining yuzdan bir qismidan tashqari, hozirgi fazoviy tizimning vaqt bo'yicha evolyutsiyasini ishonchli ifodalay oladi. Bunday noaniqlik dastlabki bosqichda deyarli ahamiyatsiz ekanligi nazariya uchun muhim, garchi ushbu bosqichdan o'tilgandan so'ng koinot holatini va uning keyingi evolyutsiyasini to'liq bayon etish mumkin (1.1-rasm).



1.1 – rasm. Katta portlash nazariyasining “Kompyuter simulyatsiyasi”

Shu bilan umumiy kirishni tugatib, Katta portlash va uning asoratlari nazariyasini to'liq bayon etishga o'tamiz. Ushbu nazariyaning asosiy eksperimental asoslari quyidagi uchtalik hisoblanadi:

1) uzoq galaktikalarning Xabbl $u = RH$ qonuniga bo'ysunadigan "tarqalib ketishi";

2) 1964 yilda R. Penzias va A. Vilsonlar tomonidan 3 K (Kelvin harorati)ga yaqin haroratda jadalligi va spektral tarkibiga qora tana nurlanishiga ekvivalent kosmik fon "reliktov nurlanishi"ning ochilishi;

3) Koinotning kuzatilgan kimyoviy tarkibi taxminan 3/4 qism vodorod va 1/4 qism geliy, shuningdek ozgina (1% oralig'ida) boshqa elementlarning qo'shimchalaridan tashkil topishi.

Yulduzlarning birinchi avlodida hech qanday og'ir metallar bo'lmagan, bitta vodorod va ozgina geliy bo'lgan. So'ng, ushbu yulduzlar o'zlarining gazli "yoqilg'i"larini sarflab portlaganlar, ularning qoldiqlari turli yo'nalishlarga uchib ketib, qo'shni yulduzlarning yuzasiga tushgan (eng dastlabki koinotda, yulduzlar hozirgidan farqli ravishda, tabiiyki bir biriga yanada yaqin joylashishgan). Termoyadro sintezi reaksiyasi natijasida nisbatan og'ir yangi elementlar paydo bo'ldi.

Olimlar tomonidan Quyosh tizimi va uning sayyoralarining yoshi, yerni ham hisobga olganda, taxminan 4,5 mlrd yilga teng deb hisoblanadi. Bizga ma'lum ekzosayyoralarining (ya'ni boshqa yulduzlar atrofidan topilgan sayyoralarining) katta qismi ham taxminan shu yoshga ega. (1.2-rasm). Olimlarning fikricha, bu og'ir metallar saqlagan sayyoralar tashkil topishining vaqtinchalik chegarasidir.

Bu yerda keltirilgan Katta portlash nazariyasining bayoni qisqa va to'liq emas. Ko'proq axborotni adabiyotlardan va saytlardan, shu jumladan NASA saytidan olish mumkin.

So'nggi vaqtlarda yulduzlar va sayyoralarining yulduzlararo changlardan paydo bo'lgani nazariyasi keng rivoj topdi. Xo'sh, Kosmik chang- bu qanday substansiya? Yulduzlararo changning kichik parchasini topib olib kelishga ishonch emas, balki faqat kichkinagina umid bilan bitta kichik davlatning yillik budjetiga teng mablag'ni sarflab fazoga ekspeditsiya yuborishga odamlarni nima majbur qilmoqda?

Astronomiyada o'lchami katta bo'lmagan, mikronning bir ulushiga teng, kosmik hududda uchib yurgan qattiq zarrachalar changlar deb ataladi. Ko'pincha kosmik chang sayyoralararo va yulduzlararo changlarga bo'linadi, garchan yulduzlararo changlarning sayyoralararo bo'shliqqa kirishi man etilmagan. Faqat "mahalliy" changlar orasidan ularni topish qiyin, uning xususiyatlari Quyosh yaqinida keskin o'zgarishi mumkin. Agar uzoqroqqa uchib, Quyosh tizimining chegaralariga yaqinlashilsa, haqiqiy yulduzlararo changni topish ehtimoli ortadi. Ideal variant — Quyosh tizimining chegarasidan umuman chiqib ketish. Yerga nisbatan yaqin bo'lgan sayyoralararo chang yetarli darajada o'rganilgan materiya hisoblanadi. Quyoshga yaqinlashayotgan kametalarning parchalanishi hamda asteroidlarning tasodifiy to'qnashuvlari natijasida vujudga kelgan chang zarrachalari Quyosh tizimining butun bo'shlig'ini to'ldirgan va uni ekvator tekisligida zich to'plangan.

Yulduzlararo chang yanada qiziqarli. Uni o'ziga xos tomoni - qattiq mag'iz va qobig'ining mavjudligidir. Mag'iz asosan uglerod, kremniy va metallardan tashkil topgan bo'lsa kerak. Qobiq esa yulduzlararo hududning (10 K ga yaqin) "chuqur muzlash" sharoitida kristallangan gaz holatidagi elementlarning mag'iz yuzasida muzlab qolishidan, vodorod va kisloroddan tashkil topgan.

Ammo, unda murakkab molekulalar aralashmasi ham uchrab turadi. Bu ammiak, metan hamda chang zarrachasiga yopishib qoladigan yoki uning yuzasida hosil bo'ladigan ko'p atomli organik molekulalardir. Ushbu moddalarning bir qismi, masalan, ultrabinafsha ta'sirida uning yuzasidan uchib ketadi, lekin ushbu jarayon qaytardir, ya'ni ayrimlari uchib ketadi, boshqalari muzlab qoladi yoki sintezlanadi.



1.2-rasm. Bizning galaktika, uning Quyosh tizimidagi joylashgan o‘rni ko‘rsatilgan

Hozir yulduzlararo hudud yoki ularga yaqin joylardan kimyoviy emas, balki fizikaviy usullar (spektroskopik) bilan: suv, uglerod, azot, oltingugurt va kremniy oksidlari, vodorod xlorid, ammiak, atsetilen, organik kislotalar (chumoli, sirka), etil va metil spirtlar, benzol, naftalin topilgan.

Hattoki aminokislota — glitsinlarni topishdi. Quyosh tizimiga kiradigan va ehtimol, yerga tushadigan yulduzlararo changni topish va o‘rganish yanada qiziqarli bo‘lar edi. Uni “tutish” katta muammo, chunki Quyosh nurlarida, ayniqsa yer atmosferasida o‘zining muzli “po‘stin”ini saqlab qolish yulduzlararo changchalarning ozginasiga nasib etishi mumkin. Yiriklari juda kuchli qiziydi - ularning kosmik tezligi tez so‘nmaydi, natijada changchalar kuyib ketadi. Maydalari, atmosferada yillar mobaynida o‘z qobig‘ining bir qismini saqlagan holda aylanib yuradi, ammo endi ularni topish va identifikatsiyalash (aynan

o'xshatish) muammosi paydo bo'ladi. Yana bir qiziqtirib qo'yadigan detal bor. U mag'izi ugleroddan tashkil topgan changga tegishli.

Yulduzlar mag'izida hosil bo'lib, fazoga ketadigan uglerod, masalan, eskirgan yulduzlar (qizil gigantlarga o'xshagan) atmosferasidan yulduzlararo bo'shliqqa uchib o'tib, soviydi va kondensatlanadi, buni issiq kundan keyin pastliklarda to'planadigan suv bug'laridan hosil bo'ladigan tumanga qiyoslash mumkin. Kristallashuv sharoitlariga qarab grafitning qatlamli tuzilmasini, olmos kristallarini olish mumkin (ko'z o'ngizda mayda olmoschalardan iborat bulutlarni tasavvur qilib ko'ringchi). Ularda, balki, juda qadimgi yulduzlar atmosferasining qismlari saqlanib qolgandir. Bunday chang zarrachalarini topish katta omad bo'lishi aniq.

Aytish kerakki, kosmik vakuum tushunchasi anchadan beri ma'joziy metaforaga aylangan. Aslida esa, butun Koinot, yulduzlar va galaktikalar o'rtasidagi bo'shliq moddalar, elementar zarrachalar oqimi, magnit, elektr, gravitatsion maydon va nurlanishlar bilan to'lgan. Shartli ravishda aytadigan bo'lsak, biz ushlab ko'rishimiz mumkin bo'lgan, Koinotning umumiy tarkibiga kiradigan gaz, chang va plazma, turli baholarga ko'ra, uning o'rtacha zichligi 10^{-24} g/sm³ bo'lganda bor-yo'g'i 1—2% ga teng. Koinotda gaz hammadan ko'p, deyarli 99%. Asosan bu vodorod (77,4% gacha) va geliy (21%), qolganlari 2% dan kam. Yana chang ham bor, uning og'irligi gaznikiga qaraganda 100 marta kam.

Ba'zida esa yulduzlararo va galaktikalararo hududdagi bo'shliq deyarli mukammaldir: koinotning 1 litr hajmiga moddaning bitta atomi to'g'ri keladi. Yerdagi laboratoriyalarida ham, Quyosh tizimi doirasida ham bunday vakuum yo'q. Solishtirish uchun shunday misol keltirish mumkin: biz nafas oladigan 1 sm³ havoda taxminan 30 000 000 000 000 000 000 ($3 \cdot 10^{19}$) ta molekula bor.

Bu materiya yulduzlararo hududda tekis taqsimlanmagan. Yulduzlararo gaz va changning katta qismi Galaktika (quyosh tizimini o'z ichiga olgan yulduzlar tizimi, somon yo'li) diski simmetriyasi tekisligi yaqinida chang-gaz qatlamini hosil qiladi. Bizning galaktikada uning qalinligi bir necha yuz yorug'lik yiliga teng.

O'lchami 5dan 50 parsek (16—160 yorug'lik yili) bo'lgan va og'irligi o'n ming, hatto million Quyosh massasiga teng bo'lgan gaz va changdan tashkil topgan gigant molekulyar bulutlar galaktikaning spiral shoxlarida va mag'izida joylashgan. Ushbu bulutlar ichida ham moddalar tekis taqsimlanmagan. Bulutning po'stin deb nomlangan va ko'proq molekulyar vodoroddan iborat asosiy hajmida, zarrachalar zichligi 1 sm^3 ga 100 donaga teng. Bulutning ichki siqilgan qismida esa uning zichligi 1 sm^3 da 10minglab zarrachalarga teng, bu ko'rsatkich ushbu zichlanish mag'izida 1 sm^3 da millionlab zarrachalarga yetadi.

Yulduzlar, sayyoralar va hattoki bizning mavjudligimiz ham koinotda ushbu moddalarning taqsimlanishidagi notekislik tufaylidir. Chunki, aynan zich va nisbatan sovuq bo'lgan molekulyar bulutlarda yulduzlar paydo bo'ladi. Taajjubki, bulutning zichligi qanchalik yuqori bo'lsa, uning tarkibi shunchalik xilma xildir.

Fanning keyingi taraqqiyoti ushbu nazariyalaridan qaysi biri to'g'ri ekanligini aniqlab beradi. Ammo yulduzlar Koinotning bir paytlar yaratilgan va hech qachon o'zgarmas qoladigan ob'ekti emasligi hech kimda shubha uyg'otmaydi. Ular tug'iladi, yashaydi, o'ladi. Yulduzlar guruh bo'lib tug'iladi, hozirgi kunda ham yulduzlarning hosil bo'lishi jarayoni davom etmoqda.

Bulutlarning tarkibida uchraydigan moddalarning molekullari bilan bulutlarning (yoki uning alohida qismlarining) harorati hamda zichligi orasida o'zaro muvofiqlik bor. Bir tarafdin, bu bulutlarni o'rganish uchun qulay: turli spektrial diapazonlarda spektrni o'ziga xos chiziqlarida ularning alohida komponentlarini masalan CO, OH⁻ yoki NH₃ ni kuzatib u yoki bu qismini o'rganish mumkin. Boshqa tarafdin esa bulutning tarkibi haqidagi ma'lumotlar uning ichida yuz berayotgan jarayonlar haqida ko'proq bilib olishga yordam beradi. Bundan tashqari yulduzlararo bo'shliqda, spektrlarga qaraydigan bo'lsak, shunday moddalar borki, ular yerdagi sharoitda mavjud bo'la olmaydi. Bular ionlar va radikallardir. Ularning kimyoviy faolligi shunchalik yuqoriki, yerda ular shu zahotiyuq reaksiyaga kirishadi. Koinotning siyrak va sovuq bo'shlig'ida ular uzoq va juda erkin yashaydilar. Yulduzlar qarigani sayin, ular mag'izidagi yadro yoqilg'isi tugab boradi. Yulduz qanchalik katta bo'lsa, ushbu jarayon shunchalik

tez sodir bo‘ladi. Ushbu jarayonda vodorod sikli gely sikliga almashinadi, so‘ngra yadroviy sintez reaksiyasi natijasida yanada og‘irroq, masalan temirgacha bo‘lgan kimyoviy elementlar hosil bo‘ladi. Oxir-oqibat, termoyadro reaksiyalaridan boshqa quvvat ololmagan yadroning hajmlari keskin kichiklashib, o‘z barqarorligini yo‘qotadi va uning moddalari go‘yoki o‘z o‘ziga tushib ketadi. Kuchli portlash yuz beradi, bu paytda moddalar milliard gradusgacha qizib, yadrolarning o‘zaro ta’sirlashuvi yangi, hatto eng og‘ir kimyoviy elementlar yaralishiga olib keladi.

Portlash energiyaning keskin ajralishi va moddaning tarqalishi bilan birga kechadi. Yulduz portlaydi - bu jarayon o‘ta yangi alanganish deyiladi. Oxirida esa yulduz, o‘z vazniga qarab neytron yulduzga yoki qora tuynukka aylanadi. Ehtimol, hammasi aynan shunday bo‘lgandir. Har qalay, shuni aniq bilamizki, yosh, qaynoq yulduzlar aynan gaz va chang zichligi yuqori bo‘lgan tumanliklarda ko‘p uchraydi. Buni biz turli diapozon to‘lqin uzunligidagi teleskoplardan olingan suratlarda yaqqol ko‘rishimiz mumkin.

Albatta, bu hodisalar ketma-ketligining eng qo‘pol bayonidir. Biz uchun esa ikki holat o‘ta muhimdir. Birinchisi – yulduzlarning tug‘ilishida changning o‘rni qanday? Va ikkinchisi – chang o‘zi qaerdan paydo bo‘ladi? Kosmos juda dinamik substansiya bo‘lib, unda kechadigan aksariyat jarayonlar million yillar bilan o‘lchanadi.

Kosmosdagi moddalar orasida, aytaylik, uglerod, kremniy va boshqa elementlar atomlarning birikuvidan hosil bo‘lgan qattiq jismlar orasida changning miqdori shunchalik kamki, uni yulduzlar uchun qurilish materiali sifatida umuman e’tiborga olmasligimiz ham mumkin edi. Ammo, haqiqatda uning roli katta - aynan chang qaynoq yulduzlararo gazni sovutib, uni yulduzlar yaralishi uchun kerakli bo‘lgan zich bulutga aylantiradi.

Gap shundaki, yulduzlararo gaz o‘zidan o‘zi sovushi mumkin emas. Vodorod atomlarining elektron tuzilishi shundayki, agar unda ortiqcha energiya bo‘lsa, uni spektrning infraqizil diapazonida emas, balki faqatgina yorug‘lik ko‘rinadigan va ultrabinafsha sohasida nur sohib yo‘qotishi mumkin. Boshqacha

qilib aytganda, vodorod issiqlik tarqata olmaydi. Vodorod sovishi uchun “muzlatgich” kerak, uning rolini aynan yulduzlararo chang zarrachalari o‘ynaydi.

Gaz molekulari, og‘ir va sekin chang zarrachalariga qaraganda tez uchib, chang zarrachalari bilan katta tezlikda to‘qnashish natijasida, ularga o‘z kinetik energiyasini uzatadi va sekinlashadi. Chang zarrachalari esa nurlanib, ortiqcha issiqlikni atrofidagi bo‘shliqqa, jumladan infraqizil nurlanish orqali tarqatadi, o‘zi bunda soviydi. Shunday qilib, chang zarrachalari o‘ziga yulduzlararo molekularning issiqligini olib, gaz bulutini sovutadigan radiator vazifasini bajaradi. Massa jihatidan chang miqdori ko‘p emas - butun bulut miqdorini taxminan 1% ini tashkil etadi, ammo shu miqdor million yillar mobaynida ortiqcha issiqlikni olib chiqib ketishga yetadi. Bulutning harorati pasayishi bilan uning bosimi ham tushadi, bulut kondensatsiyalanib, endi undan yulduzlar yaralishi mumkin bo‘ladi. Yulduz yaralgan materiallarning qoldiqlari esa, o‘z navbatida, sayyoralar paydo bo‘lishi uchun dastlabki modda bo‘lib xizmat qiladi. Sayyoralar tarkibiga katta miqdorlarda changlar kiradi. Chunki yulduz yaralgandan keyin qizib, atrofidagi bor gazni tarqatib yuboradi, ammo chang uning yaqinida uchib yuraveradi. Zero, chang zarrachalari alohida gaz molekulariga qaraganda sovishga va yangi yulduzga tortilishga ancha kuchliroq moyildir. Natijada yangi yaralgan yulduz yonida chang buluti, atrofida esa chang bilan to‘yingan gaz qoladi.

Demak, Saturn, Uran va Neptun kabi gaz sayyoralar shu tariqa yaralgan. Yulduz yaqinida esa qattiq planetalar vujudga keladi. Bizning Quyosh tizimida bular Mars, Yer, Venera va Merkuriydir. Shunday qilib, aniq ikkita hudud ajraladi: qattiq va gazli sayyoralar. Bizning sayyoramiz asosan yulduzlararo changlardan hosil bo‘lgan. Metall chang zarrachalari yer yadrosi tarkibiga kirgan, hozirda Yer sayyorasi ulkan temir yadroga ega. Agar galaktika shakllangan bo‘lsa, unda chang qaerdan olingani olimlar uchun ma‘lum. Changning asosiy manbalari, yangi yulduzlar bo‘lib, ular o‘z atroflaridagi bo‘shliqqa qobiqlarini tashlab massalarining bir qismini yo‘qotadi. Bundan tashqari, chang qizil gigantlar (qariyotgan yulduzlar) atmosferasida ham paydo bo‘ladi, ulardan nurlanish bosimi ostida otilib chiqib ketadi. Qizil gigantlar atmosferasining harorati 2,5 – 3 ming K ga teng. Bu harorat

yosh yulduzlar atmosferasining haroratiga nisbatan ancha past bo'lib, salqin atmosfera nomini olgan. Ularning atmosferasida nisbatan murakkab bo'lgan molekulalar juda ko'p. Ammo hali hanuz yechimini topmagan jumboq bor. Doim chang yulduzlar evolyutsiyasi mahsuli deb hisoblangan. Boshqacha aytganda, yulduzlar tug'ilib, qandaydir vaqt o'z umrini yashab, qarib va oxirgi portlashida chang yaratishi kerak. Ammo qaysi biri avvalroq paydo bo'lgan, tuxummi yoki tovuq? Avval yulduz yaralishi uchun kerak bo'lgan chang paydo bo'lganmi, yoki yulduz chang yordamisiz qandaydir tarzda yaralib, qarib, portlab birinchi changni yaratganmi?

Xo'sh, qaysi biri birlamchi? Zero, 14 mlrd yil avval Katta portlash yuz berganida, Koinotda vodorod va geliydan boshqa hech narsa bo'lmagan. Birinchi galaktikalar, yirik bulutlar keyin paydo bo'la boshlagan, ulardan esa dastlabki yulduzlar tug'ilib, hayot yo'lini bosib o'tgan.

Yulduzlarning yadrolaridagi termoyadro reaksiyalari nisbatan murakkab elementlarni hosil qilishi, vodorod va geliyning uglerod, azot, kislorodga aylantirishi kerak edi va h.k. Shundan keyingina yulduz portlab yoki sekin asta qobig'ini tashlab buning barchasini koinotga chiqarib yuboradi. So'ng ushbu massa sovushi va nihoyat changga aylanishi kerak. Ammo Katta portlashdan keyin 2 mlrd yil o'tganda, eng erta galaktikalarda chang bo'lgan. Teleskoplar yordamida uni galaktikamizdan 12 mlrd yorug'lik yili uzoqdagi galaktikalardan topishgan. Shu bilan birga, 2 mlrd yil yulduzlarning to'liq hayot sikli uchun juda kichik muddat: bu vaqtda ko'pgina yulduzlar qarishga xali ulgurishmaydi. Yosh Galaktikada vodorod va geliydan tashqari hech narsa bo'lmasa, chang qanday paydo bo'lgan? Bu hali katta jumboq.

Yulduzlararo chang koinotdagi xlodoagent funksiyasini bajarishidan tashqari, aynan shu chang tufayli kosmosda murakkab molekulalar paydo bo'lgan bo'lsa ajabmas. Gap shundaki, chang zarrachalarining yuzasi bir vaqtning o'zida atomlardan molekulalarga aylanish reaktori hamda ularning sintezining katalizatori bo'lib xizmat qilishi mumkin. Vaholanki, bir vaqtning o'zida ko'p turli elementlar atomlarining bir nuqtada to'qnashishi, absolyut noldan balandroq haroratda o'zaro

ta'sir etishi ehtimoli juda kam. Ammo chang zarrachasining sovuq va zich bulut ichida ketma - ket turli xil atomlar va molekulalar bilan to'qnash kelishi ehtimoli ancha yuqori. Shunday qilib, chang zarrachasiga to'qnash kelgan atomlar va molekulalar unga yopishib, yaxlab qobiq hosil qiladilar. Qattiq yuzada atomlar yonma yon joylashadi. Atomlar chang zarrachasining yuzasida energetik qulay joy qidirish jarayonida boshqa atomlar bilan to'qnash kelib, reaksiyaga kirishishga imkon topadi.

Yadrosida metall saqlagan zarrachalarning yuzasi katalizator xususiyatini namoyon etadi. Kimyogarlar shuni yaxshi biladilarki, eng samarali katalizatorlar - aynan mikronning ulushiga teng bo'lgan zarrachalardir. Odatdagi sharoitda bir-biriga mutlaqo "befarq" bo'lgan molekulalar shu zarrachalar yuzasida to'planadi va reaksiyaga kirishadi. Molekulyar vodorod ham shunday hosil bo'lgan bo'lsa kerak: uning atomlari chang zarrachasiga yopishadi, keyin undan molekula xolidagi bug' bo'lib uchib ketadi. Kichik yulduzlararo chang zarrachalari o'z qobiqlarida ozgina organik molekulalarni, shu jumladan sodda aminokislotalarni saqlab qolib, 4 mlrd yil avval yerga "hayot urug'i"ni qadagani juda haqiqatga yaqin. Bu albatta, chiroyli gipotezadan boshqa narsa emas. Sovuq chang gaz bulutlari tarkibida aminokislota - glitsin topilgani uning foydasiga xizmat qiladi. Albatta, boshqalari ham bo'lishi mumkin, lekin hozircha ularni topishga teleskoplarning imkoniyatlari yo'l qo'ymaydi.

Yulduzlararo changlarning xossalari masofadan - yerda yoki uning yo'ldoshlarida joylashgan teleskop va boshqa uskunalarda yordamida tadqiq etish mumkin. Ammo yulduzlararo changlarni tutib olib, keyin chuqur o'rganish, ular nimalardan tarkib topganini, tuzilmasini nazariy emas, amaliy o'rganish jozibalibroq emasmi? Bu yerda ikkita variant bor. Kosmosga chuqur kirib borib, u erdan yulduzlararo changni yig'ib, yerga olib kelib, barcha mumkin bo'lgan usullar yordamida tahlil qilish mumkin. Yoki, Quyosh tizimidan tashqariga ham uchib o'tishga harakat qilish va yo'l-yo'lakay changni bevosita kosmik kema bortining o'zidayoq tahlil qilib, olingan ma'lumotlarni yerga uzatib turish ham mumkin.

1.2. Yerning kelib chiqishi va evolyutsiyasi

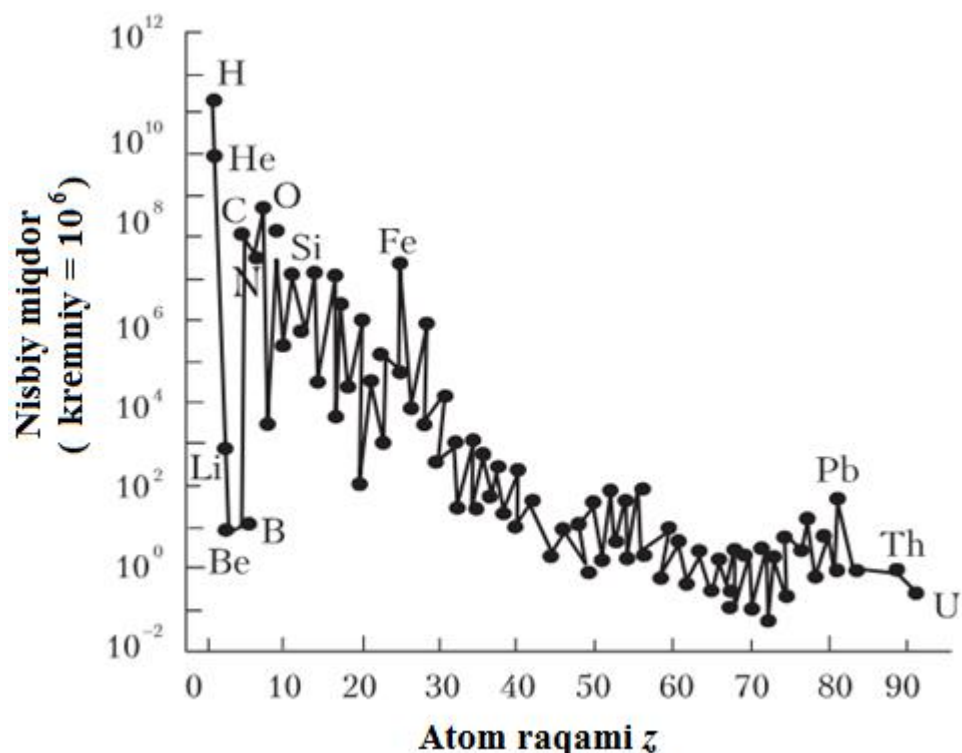
Barcha kimyoviy moddalar alohida element atomlaridan tuzilgan. Bizning vazifamiz ushbu kimyoviy elementlarning kelib chiqish tarixini tushuntirishdan iboratdir. Elementlar atomlardan tuzilgan. Ular elementning eng kichik zarrachasi bo'lib, kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etadilar.

Atomlar uchta asosiy tarkibga ega: protonlar, neytronlar va elektronlar. Protonlar musbat zaryadlangan bo'lib, og'irligi vodorod massasiga teng. Neytronlar zaryadsiz bo'lib, og'irligi proton og'irligiga teng. Elektron og'irligi $1/1836$ proton og'irligiga yaqinni tashkil etib, protonlarning (ijobiy) zaryadiga teng manfiy zaryadlangan bo'ladi.

$$\text{Og'irlik soni} = \text{Protonlar soni (Z)} + \text{Neytronlar soni (N)} \quad (1.1)$$

Tenglama (1.1) dan ko'rinadiki, elementning og'irligi neytronlar sonining o'zgarishi natijasida almashinishi mumkin. Bu elementning kimyoviy xossasiga (Z ko'rsatkichi bilan aniqlanadigan) ta'sir etmaydi. Og'irligi bo'yicha (ya'ni N bo'yicha) farq qiladigan element atomlari izotop deyiladi. Masalan, uglerod atomi 6 ga teng bo'lgan Z soniga teng, lekin massa og'irligi 12, 13 va 14, ya'ni ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C (uglerod izotoplari). Umuman, yadroda proton va neytronlar soni bir xil bo'lsa – izotoplar barqaror bo'ladi. N va Z sonlarining bir-biriga o'xshashligi kamayib borgani sayin izotoplarning beqarorligi oshib boradi va radioaktiv parchalanish (ko'pincha issiqlik berib) jarayonida nisbatan barqaror izotoplarga ajralib ketishadi.

Koinotda vodorod (H) va geliy (He) eng ko'p miqdorda bo'lib, ularni elementlar hosil bo'lishining eng erta namunasi desak mubolag'a bo'lmaydi. Ammo aynan yulduzlarning paydo bo'lishi jarayoni koinotda elementlarning o'ziga xos nisbiy miqdoriga olib keldi (1.3-rasm).



1.3- rasm. Fazodagi elementlar miqdori.

Elementlarning nisbiy miqdori (vertikal o‘q) har bir elementning kremniyning 10^6 ta atomiga to‘g‘ri keladigan atomlar soni sifatida aniqlanadi va vertikal masshtabga qo‘yiladi.

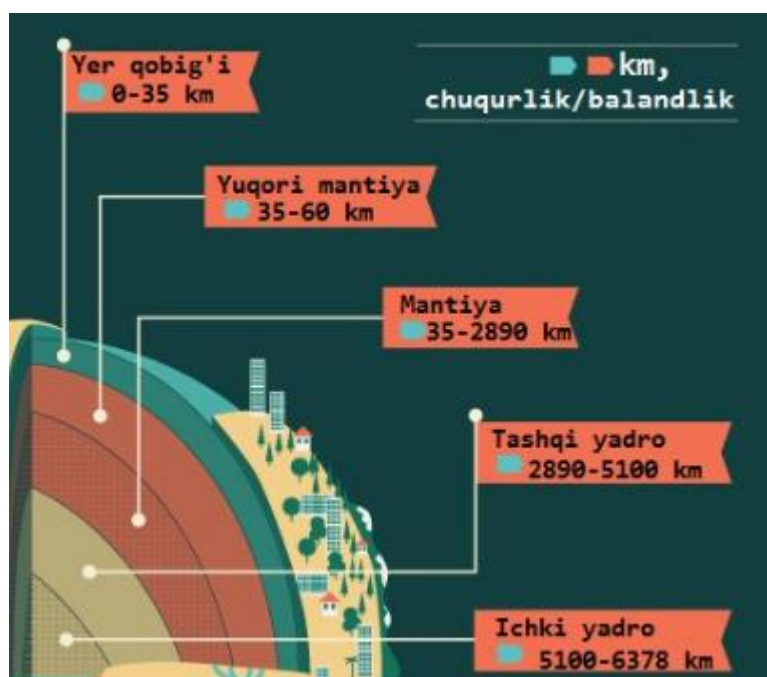
Yulduzlar ichida litiy (Li), berilliy (Be) va bor (B) unchalik barqaror emas, shuning uchun koinotda ularning miqdori kam.

Uglerod (C), azot (N) va kislorod (O) yulduzlarda unumdor siklik jarayon natijasida paydo bo‘lgan, bu ularning miqdorini nisbatan ko‘p bo‘lishiga olib kelgan.

Yulduzlar ichida kremniy (Si) fotodissotsiatsiyaga (nur tomonidan parchalanishga) ancha barqarordir, shuning uchun u ham keng tarqalgan va bizni o‘rab turgan atrof muhitda ustunlik qiladi.

Yosh yer sayyorasi taxminan o‘zining hozirgi vaznigacha yetilganda asosan beqaror izotoplarning radioaktiv parchalanishi hisobiga va qisman planetar massalarning to‘qnashuvidan kinetik energiyani tutib olish orqali isigan. Bunday qizish natijasida temir (Fe) va nikel (Ni) erib, ularning yuqori zichligi esa yadro hosil qilib, sayyora markaziga yig‘ilishiga sababchi bo‘lgan.

Navbatdagi sovish qolgan materiallarni ($x(\text{Mg,Fe}) \cdot y\text{SiO}_2$) tarkibli mantiya ko‘rinishida qotishiga olib kelgan. (1.4-rasm). Mantiyadan ko‘ra qobiqda kremniy miqdori yuqori

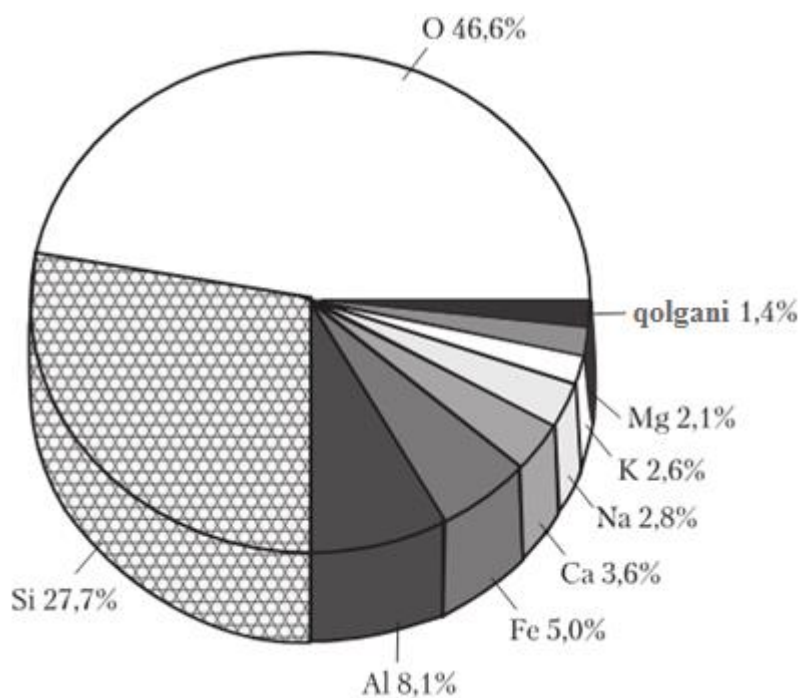


1.4-rasm. Yerning sxematik kesimi:

1.3. Yer qobig‘i va atmosferaning paydo bo‘lishi

Yer qobig‘i va atmosfera asosan yosh yerning yuqori mantiyasidan moddalarning ajralishi natijasida paydo bo‘lgan. Hozirgi vaqtda okeanik qobiqlarning shakllanishi okeanlarning o‘rta qismlarida sodir bo‘lmoqda hamda gaz va oz miqdorda suv chiqishi kuzatilmoqda. Bunday jarayonlar, ehtimol, yosh yerda ham qobiq hosil bo‘lishiga olib kelgan, undan butun sayyora hajmining 0,0001 foizidan kam qalinlikdagi jinsdan qobiq hosil bo‘lgan.

Kontinental va okeanik qobiqni hosil qiluvchi ushbu yer qatlamining tarkibi, taxminan 100 km chuqurlikda elementlarning qisman erishi natijasida mantiyadan chiqishi hisobiga, evolyutsion rivojlangan. Hozirgi qobiqning o‘rtacha kimyoviy tarkibi (15-rasm) shuni ko‘rsatadiki, unda kislorodning miqdori, uning kremniy, alyuminiy va boshqa elementlar bilan har xil turda silikatlar hosil qilib birikishi hisobiga ko‘pdir.



1.5- rasm. Yer qobig‘i asosiy elementlarining foizdagi kimyoviy tarkibi

Turli dalillarga asoslanib taxmin qilishimiz mumkinki, uchuvchan elementlar mantiyadan vulqonlarning otilishi natijasida ajralgan (gazsizlangan). Yuzadagi harorat ancha past va gravitatsion tortishuv yetarlicha kuchli bo‘lganda ushbu gazlarning ba’zilari ushlanib qolgan va atmosferani hosil qilgan.

Dastlabki atmosfera uglerod dioksidi (CO_2) va azotdan, muayyan miqdor vodorod va suv bug‘laridan tashkil topgan bo‘lsa kerak. Hayot paydo bo‘lmaguncha hozirgi kislorodli atmosfera evolyutsiyasi ham sodir bo‘lmagan.

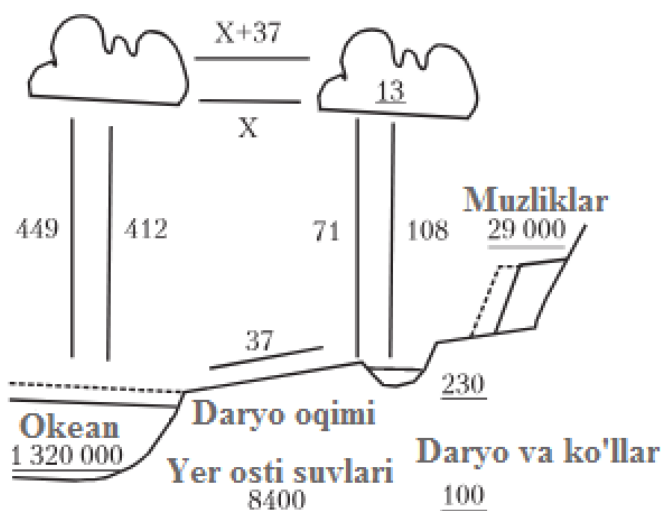
1.4. Gidrosferaning paydo bo‘lishi

Suvning uchta shakli – suyuqlik, muz va suv bug‘lari yer yuzasida keng tarqalgan bo‘lib, 1,4 mlrd km^3 hajmni egallaydi. Ushbu suvning deyarli barchasi (97% dan ortig‘i) okeanlarga to‘g‘ri keladi, qolgan qismining katta qismi (2% ga yaqin) muzliklarni tashkil qiladi. Kontinental chuchuk suvlar umumiy suv hajmini 1% dan kamini tashkil etadi, bular asosan yer osti suvlaridir (chuqurlikdagi — 0,38%, yuzadagi — 0,30%, ko‘llar — 0,01%, daryolar — 0,0001%, tuproq namligi — 0,005%, biosfera — 0,00004%). Atmosfera tarkibida suvning miqdori nisbatan kam (bug‘ ko‘rinishida 0,001%). Suvning ushbu rezervuarlari gidrosfera deb ataladi.

Gidrosferaning hosil bo'lishida suv manbai aniq emas. Meteoritlarda 20% gacha gidroksil guruh OH^- bilan bog'langan suv mavjud. Yana bir manba, yerga hujum qiladigan, suv bug'lari bilan to'yingan kometalar bo'lishi mumkin. Barcha hollarda, yer yuzasi 100°C gacha sovuganda mantiyadan degazlangan suv bug'lari kondensatlangan. Suvga ko'milgan cho'kma jinslari okeanlar $3,8 \cdot 10^9$ yil avval paydo bo'lganligidan dalolat beradi.

Atmosferadan suv bug'lari oz miqdorda fazoga ko'tariladi, chunki taxminan 15 km balandlikdagi past harorat suv bug'larining kondensatlanishi va quyiroq satxlarga tushishiga olib keladi. Hozirgi vaqtda suv juda kam miqdorda mantiyadan degazlanmoqda. Ushbu kuzatuvlardan kelib chiqib aytish mumkinki, degazatsiyani asosiy fazasidan so'ng yer yuzasidagi suv hajmi geologogik vaqt mobaynida deyarli o'zgarmagan.

Gidrosferada suv rezervuarlari aro aylanma harakat gidrologik sikl deb ataladi. Atmosferada mavjud suv bug'larining hajmi kam bo'lsada ($0,013 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ ga yaqin), suv doimo ushbu rezervuarlar orasida harakatlanadi. U okeanlar yuzasidan bug'lanadi ($0,423 \cdot 10^6 \text{ km}^3/\text{yil}$) va havo massalari ($0,037 \cdot 10^6 \text{ km}^3/\text{yil}$) bilan ko'chib yuradi. Suvning aylanma harakati 1.6–rasmda tasvirlangan. Suvning aylanma harakatiga har soniyada 16,5 mln m^3 suv qo'shilib, bunga 40 mlrd MVt quyosh energiyasi sarflanadi.

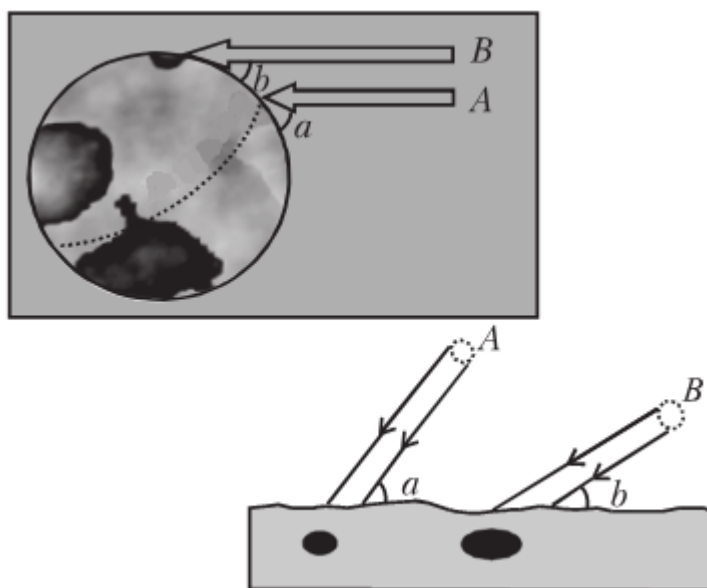


1.6 - rasm. Sayyorada suv rezervuarlari o'rtasidagi aylanma harakat.
rezervuarlar hajmi (qat'iy belgilangan) ming. km^3 ;

namlik oqimlari (bug‘lanish, atmosferada ko‘chish, yog‘ingarchilik, daryo oqimlari), ming km^3/s ;

muzliklarning erishi yoki o‘shishiga bog‘liq satx o‘zgarishi chegaralari +60 yoki -140 m ga teng.

Suvning atmosferada tez ko‘chishi quyosh nurlanishi bilan asoslanadi. yer qobig‘iga yetib kelayotgan deyarli barcha nurlanish suyuq suvning bug‘lanishiga va atmosferadagi suv bug‘larining hosil bo‘lishiga sarflanadi. Ushbu, suv bug‘larining hosil bo‘lishiga sarflanadigan va keyinchalik shu bug‘larda qoladigan energiya- bug‘lanishning yashirin issiqligi deb ataladi. Qolgan nurlanishning katta qismi yer qobig‘i tomonidan yutiladi, bu jarayonning samaradorligi yer kengligi ortishi bilan yerning sferik shakli sababli pasayib ketaveradi. Quyosh nurlari ekvatorda, 90° burchak ostida yer yuzasini isitadi, ammo kenglik ortishi bilan burchak darajasi pasayib borib, qutblarda 0° ga yaqinlashadi (1.7. -rasm).



1.7-rasm. Quyosh nurlanishining nisbiy miqdori (yuza birligidagi energiya)

a -ekvatorda; b- qutblarda

1.7–rasmda tasvirlanganidek, bir xil miqdorda A va B energiya yer kengligi bilan bog‘liq ravishda, har xil jadallik bilan yerga tarqaladi. Bu holat balandroq kengliklarda pastroqlariga qaraganda nurlanish jadalligi kamroq bo‘lishiga olib keladi. Rasmning pastki qismida quyosh nurlarining yerga tushish ko‘ndalang kesimi tasvirlangan.

Umumiy radiatsion disbalans deb, yerga tushayotgan nurlanish miqdorining kenglik bilan o'zgarishi, yer yuzasidan chiqayotgan nurlanish bilan teng emasligiga aytiladi. Ammo qutblar yanada sovuq, ekvator esa yanada issiq bo'lib bormayapti, chunki issiqlik okeanik oqimlar yo'nalishida harakatlanadi, iliq havo va yashirin bug'lanish issiqligi ham qutblar tomon harakatlanadi.

Nazorat savollari

1. "Atrof muhit kimyosi va sifat analizi" ilmiy faniga ta'rif bering.
2. "Atrof muhit kimyosi va sifat analizi" fanining tadqiqot ob'ekti va predmeti nima?
3. Koinotning paydo bo'lishi haqidagi zamonaviy tasavvurlar qanday faktlarga asoslangan?
4. Koinotning paydo bo'lishining turli nazariyalarini tanqid qilishda va tasdiqlashda qanday dalillar keltiriladi?
5. Katta portlash nazariyasi haqidagi zamonaviy tasavvurlar qanday faktlarga asoslangan?
6. Kosmik chang substansiyasi nimani bildiradi?
7. Insonlarni fazoga kichik bir davlatning bir yillik byudjetiga teng bo'lgan ekspeditsiyalarni yuborishga nima majbur qiladi?
8. Yerning hosil bo'lishi haqidagi zamonaviy tasavvurlar qanday faktlarga asoslangan?
9. Yer qobig'idagi asosiy elementlarning miqdorini qanday birliklarda aks ettirish qabul qilingan?
10. Gidrosferaning hosil bo'lishi haqidagi zamonaviy tasavvurlar qanday faktlarga asoslangan?

2- BOB

GIDROSFERA KIMYOSI

Talaba fanni o‘zlashtirgandan so‘ng:

- Gidrosfera, uning global muammolari, iqlimga ta‘siriga ta‘rif berish;
- Tabiiy suvlarning tasniflanishi, ularning ion tarkibi;
- Stratifikatsiya bu nima;
- Yer osti suvlarida oksidlanish qaytarilish jarayonlarining o‘ziga xos xususiyatlarini **bilishi**;
- Suvdagi qo‘shichalar konsentratsiyasini ifodalashni **bajara olishi**;
- Gidrosfera va uning global muammolari haqidagi bilimlar asosiga **ega bo‘lishi kerak**.

2.1. Yer gidrosferasi haqida umumiy ma‘lumotlar

Yer gidrosferasi deganda okean, dengiz, ko‘l, yer osti suvlari, quruqlik yuzasidagi suvlar, muzliklarni o‘z ichiga oladigan yerning suv qismi tushuniladi.

V. I. Vernadskiy ta‘rifiga ko‘ra, suv bizning sayyoramiz tarixida alohida ahamiyatga ega bo‘lib, shu bilan birga, yerning geologik tarixida ham muhim o‘rin tutadi. Suv fizik va kimyoviy muhit shakllanishining, bizning sayyoramizda iqlim, ob-havo, yerda hayot paydo bo‘lishining omillaridan biridir. To‘liq asos bilan aytishimiz mumkinki, bizning sayyoramiz yer sayyorasi emas, balki suv sayyorasidir. Chunki uning 3/4 qismini okeanlarning suvli yuzalari, quruqlik va dengiz muzliklari, qit‘alardagi ko‘l va botqoqliklar egallagan, sayyora ustida esa to‘planib qolgan suv bug‘lari ko‘rinishida bulutlar suzib yuradi. Yer qobig‘ining ichkarisiga chuqurlashgan sari doimo suv uchraydi. U yer qobig‘ining hamma burchagida bor, odam va barcha tirik jonzodlar yashaydigan har qanday hududga kirib borgan. O‘simlik, hayvonot dunyosining asosiy qismi va hattoki insonning 70% foizi suvdan tashkil topgan. Dunyodagi suv zahirasi 2.1- jadvalda keltirilgan.

2.1.- jadval

Dunyodagi suv zahiralari

Ob'ektlar nomi	Tarqalish maydoni, mln km ²	Hajm, ming km ³	Dunyo zahirasi ulushlarda, %	
			umumiy zahiradan	chuchuk suv zahiralari
Dunyo okeani	361,3	1 338 000	96,5	—
Yer osti suvlari	134,8	23 400	1,7	—
Shu jumladan yer osti chuchuk suvlari	—	10 530	0,76	30,1
Tuproq namligi	82,0	16,5	0,001	0,05
Muzliklar va doimiy qorliklar	16,2	24 064	1,74	68,7
Yer osti muzliklari	21,0	300	0,022	0,86
Ko'l suvlari:				
Chuchuk	1,24	91,0	0,007	0,26
sho'r	0,82	85,4	0,006	—
Botqoq suvlari	2,68	11,5	0,0008	0,03
Daryo suvlari	148,2	2,1	0,0002	0,006
Atmosferadagi suvlar	510,0	12,9	0,001	0,04
Organizmdagi suvlar	—	1,1	0,0001	0,003
Suvning umumiy zahiralari	—	1 385 984,6	100,0	—
Chuchuk suvning umumiy zahiralari	—	35 029,2	2,53	100,0

2.2. Suvning sho'rlanishi haqida umumiy ma'lumotlar

Tabiiy sharoitda suvlarda doimo erigan tuzlar, gazlar va organik moddalar bo'ladi. Ularning miqdoriy tarkibi suvning kelib chiqishi va muhit sharoitlariga qarab o'zgarib turadi.

Tabiiy suvlar tuzlarining birlamchi manbalari vulqon jinrlarining kimyoviy nurashidan hosil bo'lgan (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ va boshq.), shuningdek yer va

uning qa'ri tarixi davomida ajralgan moddalar (CO_2 , SO_2 , HCl , NH_3 va boshq.) hisoblanadi.

Sho'rlanganlik 1 kg suvda erigan anorganik ionlarning grammdagi og'irligi sifatida aniqlanadi. Dengiz suvidagi barcha ionlarning 99% ini xloridlar, bromidlar, karbonatlar, nitratlar hamda ishqoriy va ishqoriy yer elementlarining silikatlarini tashkil etadi va ularning nisbati barcha okeanlarda bir xil. Demak, birgina ionning tahliliga asoslanib, qolgan barchalari konsentratsiyasini va sho'rlanganligini hisoblash mumkin. Dengiz suvining zichligi, yorug'lik va tovush uzatilishi kabi, sho'rlanganlikka bog'liq.

Tuzlar konsentratsiyasi 1 g/kg gacha bo'lgan suv chuchuk, 25 g/kg gacha bo'lgani sho'rroq, 25 g/kg — dan ko'prog'i sho'r suvdur. Shunday qilib, sho'rlanganlikning o'lchov birligi yo'q, avvallari sho'rlanganlikni % o(ppt) — suvning minglab qismiga to'g'ri keladigan, noorganik ionlarning ulushi promille birligida yoki boshqa birliklarda aks ettiriladi.

Eng kam minerallashtirilgan suvlar atmosfera yog'inlari suvlari bo'lib, ularda tuzlarning o'rtacha konsentratsiyasi 10—20 mg/kgni tashkil etadi, undan keyingi o'rinlarda chuchuk ko'l va daryolar turadi (5—1000 mg/kg). Okean sho'rliqi 35 g/kg (ppt) atrofida. Dengiz minerallashtiruvchi esa kamroq. Masalan, Qora dengiz— 17—22 g/kg (ppt), Boltiq dengizi— 8—16 g/kg (ppt), Kaspiy dengizi — 11 — 13 g/kg (ppt).

2.3. Kontinental suvlar kimyosi

Kontinental suvlar inson uchun juda muhim bo'lib, ichimlik suvining yagona manbai hisoblanadi. Daryo, ko'l va yerosti suvlarining kimyoviy tarkibi keskin farq qiladi va asosiy uchta omil bilan nazorat qilinadi:

- elementlar kimyosi bilan;
- nurlanish rejimi bilan;
- biologik jarayonlar bilan.

Bundan tashqari, ichimlik suvi bilan ta'minlaydigan ba'zi bir tizimlarga odamlar faoliyati juda kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Umumiy kontinental suv oqimining taxminan 40 foizi yerdagi 20 ta yirik daryoga to'g'ri keladi, ulardan bittasi Amazonka bo'lib, 15 foiz suv shu yerda. Ammo daryolar, gidrosferaning boshqa kamchilik suvlaridan farqli o'laroq, suvning tez tashuvchilari hisoblanadi. Gidrosferani boshqa har qanday qismiga qaraganda daryoda suv birmuncha tezroq yangilanadi. Shuning uchun, daryo suvlarida bir laxzalik suv zahirasi nisbatan kam bo'lsa-da, yil davomida o'z etaklariga $4,5 \cdot 10^{19}$ g og'irlik suv etkazib beradi.

Daryolar o'z o'lchamlari, chuqurligi va oqim tezligi bo'yicha har xildir. Dunyodagi eng katta Amazonka daryosi quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

- uzunligi yer radiusiga deyarli teng;
- ko'ndalang kesim orqali o'tadigan suvning miqdori, etak qismida 200 ming m^3/s ga teng;
- hududdan suv yig'ish maydoni 6,915 mln km^2 , bu Avstraliya kabi qitadan ozgina kichikroq.

Dunyodagi 10 ta yirik daryo tasnifi 2.2-jadvalda keltirilgan.

Biroq, daryolarning katta qismi - bu o'rta, kichik, va juda kichik, uzunligini metrlarda o'lchasa bo'ladigan soy va jilg'alardir.

Uzunligi 101 dan 200 km.gacha va suv yig'ish maydoni 1 mingdan 2 ming km^2 gacha bo'lgan daryolar kichik daryolar deb ataladi.

Kichik, o'rtacha, va katta daryolarning umumiy uzunligi 3,9 mln km.dan oshadi. 2.3-jadvalda kontinental qobiqning o'rtacha tarkibi va daryo suvlarining o'rtacha global kimyoviy tarkibi qiyosiy tahlil qilingan.

Bunday qiyoslash ikkita xususiyatni ajratishga imkon beradi:

- chuchuk suv kimyoviy tarkibida erigan holatda, oddiy kation (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ va Mg^{2+}) ko'rinishida to'rtta metall ko'proq uchraydi;
- chuchuk suvda erigan moddalarning ion tarkibi, kontinental qobiqdagi moddalar tarkibidan keskin farq qiladi, ya'ni eritmadagi ionlar konsentratsiyasi qobiqdagi ionlar konsentratsiyasidan kamdir.

2.2-jadval

Dunyodagi 10 ta yirik daryolar tavsifi

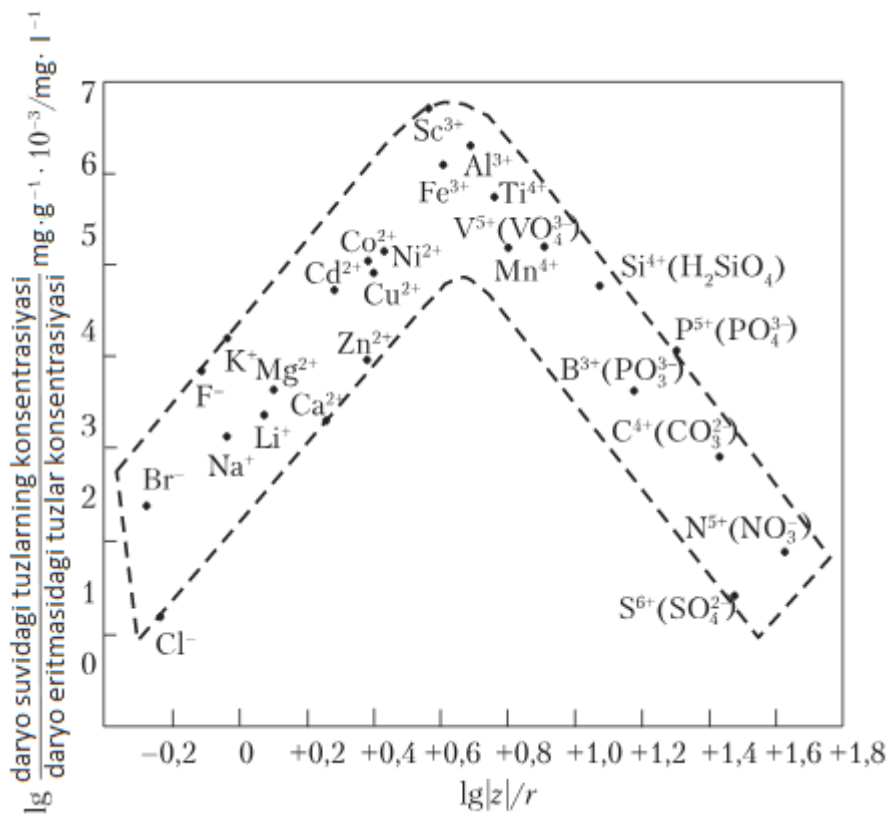
t/r	Nomi	Uzunligi, km	Basseyn maydoni, ming km ²	Daryo etagidagi suv sarfi m ³ /s	Qit'a
1	Amazonka (Maranon bilan)	6437	6,915	200 000	Janubiy Amerika
2	Missisipi (Missuri bilan)	5971	3,268	18 000	Shimoliy Amerika
3	Nil	6670	2,870	3000	Afrika
4	Yanszi	5800	1,808	34 000	Osiyo
5	Ob (Irtish bilan)	5410	2,990	12 800	Osiyo
6	Xuanxe	4845	0.771	1500	Osiyo
7	Mekong	4500	0.810	14 800	Osiyo
8	Amur	4440	1,855	10 900	Osiyo
9	Lena	4400	2,490	16 800	Osiyo
10	Kongo	4370	3,820	41 000	Afrika

2.3-jadval

Kontinental qobiq va daryo suvlari jinslarida asosiy kationlarning o'rtacha tarkibini solishtirish

Kationlar	Kontinental qobiq, mg • kg ⁻¹	Daryo suvlari, mg • kg ⁻¹
Al ³⁺	80.0	0.05
Fe ³⁺	35,0	0.04
Ca ²⁺	30,0	13,0
Na ⁺	29,0	5,2
K ⁺	28,0	1,3
Mg ²⁺	13,0	3,4

Suvda tuzlar erishining umumiy xarakteri zaryad va ion radiusi z/r ga bog'liq (2.1-rasm). z/r ko'rsatkichi kichik ionlar yuqori eruvchan bo'lib, eritmada oddiy ionlarni hosil qiladi va qattiq moddalar fazasiga solishtirganda, daryo suvining eritma fazasi ular bilan to'yingan.



2.1.-rasm. Daryo suspenziyasi va daryo suvi eritmasidagi tuzlar o'rtacha konsentratsiyasining zaryad/ionli radius nisbatiga bog'liqligi (ushbu elementlarning eng keng tarqalgan ionlari uchun)

Zaryad/ion (z/r) nisbati o'rtacha ionlar nisbatan kam eruvchan bo'lib, daryo suvida zarracha/eritma nisbati ancha katta. Z/r qiymati katta bo'lgan ionlar kompleks anionlar hosil qiladi (oksanionlar deyiladi) va yana qaytadan eruvchan bo'lib qoladi.

Oxakni eritish jarayonida ajralayotgan kalsiy ionlari nurash jarayonining indikator sifatida ishtirok etadi. Bu erdan $Na^+/(Na^+ + Ca^{2+})$ nisbatini chuchuk suv (yomg'ir suvi) va nurash jarayoni uchun ionlar manbaini ajratish maqsadida qo'llash mumkin.

Asosiy kation natriy (dengiz tuzining xissasi katta) bo'lganida, $\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+})$ nisbati birga yaqinlashadi.

Asosiy kation kalsiy (nurash jarayonining xissasi katta) bo'lganida, $\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+})$ nisbati nolga yaqinlashadi.

Daryo suvida erigan tuzlar tarkibini $\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+})$ nisbati bilan umumiy ionlar miqdorini solishtirib tasniflash mumkin.

Elektrolit eritmasining konsentratsiyasi ion kuchi (I) orqali ifodalanishi mumkin:

$$I = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n C_i \cdot z_i^2 \quad (2.1)$$

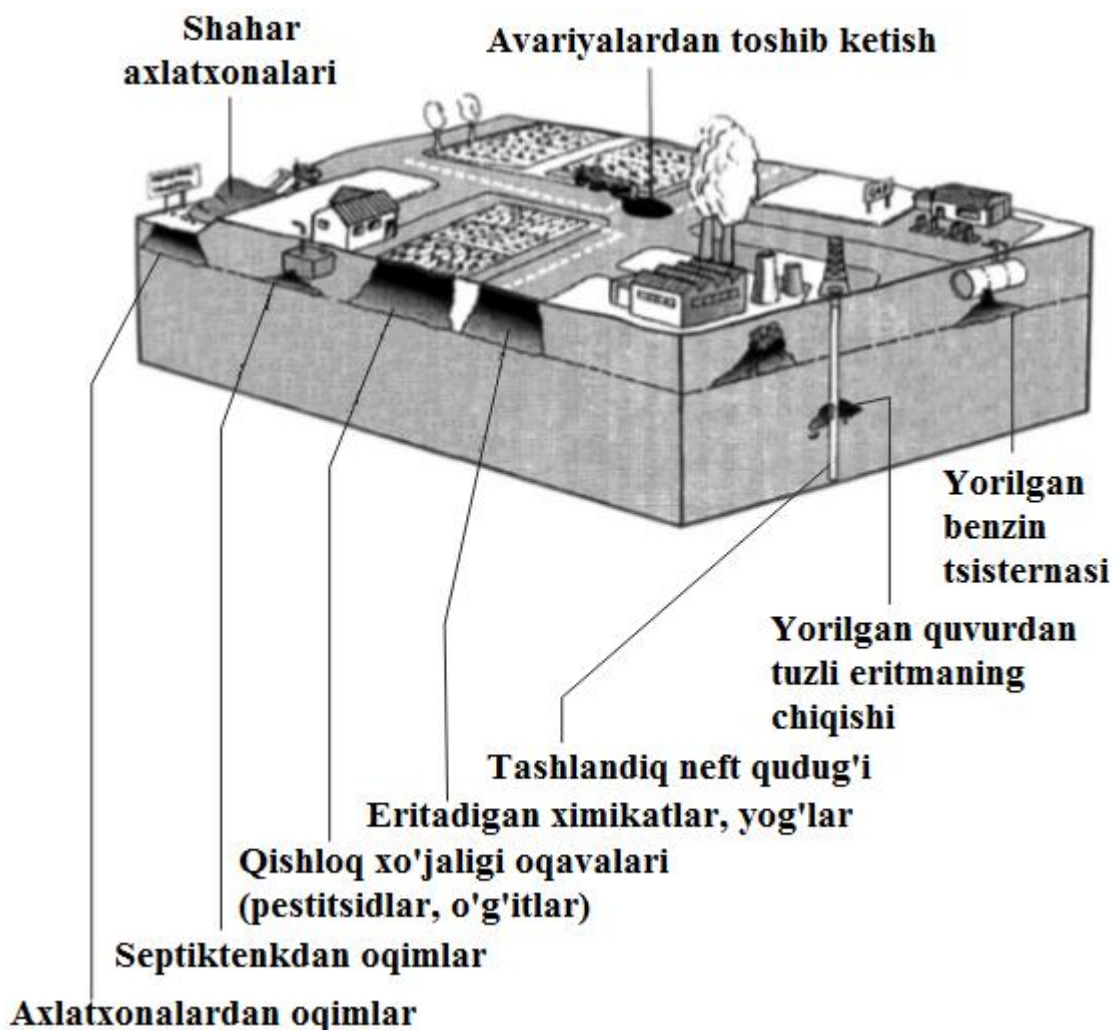
Bu yerda C — i ionlar konsentratsiyasi, $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$; z_i — i ionlar zaryadi; n — eritmadagi ionlar soni.

Ion kuchi turli valentli ionlar zaryadi ta'sirini inobatga olgani uchun, oddiy molyar konsentratsiyalarni yig'indisidan ko'ra, uni murakkab elektrolit eritmasining konsentratsiya mezoni sifatida qo'llagan ma'qul. Chuchuk suvning ion kuchi qiymati 10^{-4} dan 10^{-3} mol/lgacha. Dengiz suvi 0,7 mol/l ga teng bo'lgan doimiy ion kuchiga ega.

2.4. Yer osti suvlari kimyosi. Yer osti suvlarining ifloslanishi

Yer osti suvlari insoniyat uchun nihoyatda muhimdir, chunki ular ichimlik suvining asosiy manbai. Masalan, AQShda aholining 50 foizidan ortig'i ichimlik suvi manbai sifatida yer osti suvlaridan foydalanadi. Shuning uchun yer osti suvlarining sifati juda muhim omilga aylanib bormoqda, aksariyat rivojlangan davlatlarda odamlar iste'mol qiladigan suv muayyan standartlarga javob berishi lozim. Ba'zi hollarda, yer osti suvlarining tarkibi tabiiy va antropogen manbalardan hosil bo'lgan erigan moddalardan iborat bo'lgani sababli, ularning sifati standartlarga javob bermasligi mumkin.

2.3-rasmda yer osti suvlari antropogen ifloslanishining tipik mexanizmlari keltirilgan.



2.3-rasm. Yer osti suvlarini antropogen ifloslanishining tipik mexanizmlari

Yer osti suvlari uchun asosiy xavfni yer osti sisternalarining teshilishi, korxonalarining oqava suvlari, qishloq xo‘jaligi dalalari, shahar chiqindilarini ko‘mish joylari va zararli chiqindilarni tashlandiq omborlari oqavalari keltirib chiqaradi. Ushbu manbalardan kelib chiqadigan ifloslovchilardan nitratlar, pestitsidlar, uchuvchan organik birikmalar, benzomahsulotlar, metallar va sintetik organik kimyoviy moddalar ko‘proq tilga olinadi.

Ifloslangan yer osti suvlarining kimyosi ifloslangan yer usti suvlarining kimyosidan deyarli farq qilmaydi. yer usti suvlarida parchalanish jarayonlari kunlar yoki haftalar mobaynida davom etsa, ushbu jarayon oqimi tezligi past va mikrobiologik faolligi bo‘sh bo‘lgan yer osti suvlarida o‘n yillab davom etishi mumkin. Bu yuvilish yoki biologik iste‘mol orqali tabiiy tozalash imkoniyatlarini cheklaydi. Ifloslangan yer osti suvlarini qayta tiklash esa qiyin va qimmatga

tushadi, ko'pgina hollarda buning umuman iloji yo'q. Eski ifloslangan uchaskalarning o'rni aniq ma'lum bo'lmasligi yoki umuman ma'lum bo'lmasligi mumkin. Hidrologik sharoitlar esa, ifloslangan yer osti suvlarini daryo va ko'llarga olib chiqishi mumkin, natijada iflosliklar yer usti suvlariga ham tarqaladi.

Odamlar iste'mol qiladigan suvda tirik organizm hayot faoliyati uchun muhim organik va noorganik moddalar erigan bo'ladi. Suv unda erigan tuz, kislota va ishqorlarning elektrolitik dissotsiatsiyalanishiga yordam beradi, organizmda moddalar almashinuvining turli jarayonlarida katalizator rolini ham o'ynaydi.

Kimyoviy moddalarning suvdagi ruxsat etilgan miqdorining ilmiy asoslangan gigienik me'yorlari, aholi sog'lig'i va hayotining sanitar sharoitlarida suvning to'g'ridan-to'g'ri yoki bilvosita salbiy ta'sirini oldini olishda katta ahamiyatga ega. Ushbu me'yorlar ichimlik suvi sifatining davlat standartlari asosi bo'lib, maishiy ichimlik (kommunal) suv quvurlarini loyihalashtirish va ulardan foydalanishda majburiydir.

Suvda kasallik keltirib chiqaruvchi bakteriya va viruslar bo'lmasligi kerak. Suvda vabo, ich terlama, paratif va leptospiroz, brutsellezlarning qo'zg'atuvchilari bo'lishi mumkin. Suv orqali organizmga dizenteriya amebalari sistalari, askarida tuxumlari va boshqalar tushishi mumkin.

Suvning epidemiologik xavfsizligi oqava suvlarni tozalash va zararsizlantirish, suv havzalarini sanitariya me'yorlari asosida muhofaza qilish tadbirlari, suvlarni tozalash bilan ta'minlanadi. Odamlar doim suvning tabiiy tarkibini yuqumsiz kasalliklarning sababchilaridan bittasi sifatida qarab kelgan.

Suvda xloridlar, sulfatlar hamda organik moddalar parchalanishining mahsulotlari (ammiak, nitratlar va nitritlar), shuningdek sanoatda va qishloq xo'jaligida keng qo'llaniladigan azot kislotasi tuzlarining mavjudligi ularning oziq-ovqat mahsulotlarida to'planishini va og'ir zaharlanishlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Turli tabiiy sharoitlar sababli suvda u yoki bu mikroelementlar yetishmaydigan yoki ortiqcha hududlar bor. Ushbu hududlarda flora va faunaning o'ziga xos o'zgarishlari kuzatiladi. Organizmga suv va oziq-ovqat bilan

mikroelementlarning yetishmay yoki ortiqcha tushishi sababli aholi o'rtasida tegishli kasalliklar uchrab turadi.

Masalan, ichimlik suvida fluorning yetishmasligi tishlarni yemirilishiga olib keladi. Shu bilan birga, fluor fosfor- kalsiyli almashinuv va suyaklar kalsifikatsiyasi jarayoniga ta'sir ko'rsatadi. Suvda fluorid ionlarining katta bo'lmagan konsentratsiyada ishtirok etishi ham odam va hayvon organlarida kuchli shikastlanishlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Shunday qilib, tabiiy suv sifatini boshqarish ekologik ruxsat etilgan ta'sirni aniqlash, har bir organizm va tizim muhitining har bir nuqtasi uchun bunday ta'sir me'yorlarini, masalan, ruxsat etilgan konsentratsiya (REK) va ruxsat etilgan ekologik yuklama ishlab chiqishdan boshlanishi kerak.

2.5. Okean suvlari kimyosi

Okeanlar - gidrosferaning yirik rezervuarlari bo'lib, kamida 3,8 mlrd yildan beri mavjud. yerda hayot dengiz suvida paydo bo'lgan deb taxmin qilinadi, okeanlar esa global haroratning keskin o'zgarishini yumshatish uchun muhimdir.

Qit'alardagi daryolar suvlari okeanga delta orqali tushadi. Bu yerda chuchuk suvlar dengiz suvi bilan aralashadi.

Dengiz suvining kimyoviy tarkibi chuchuk suvning kimyoviy tarkibidan keskin farq qiladi va bu farq ba'zi bir erigan va qattiq komponentlarni tashishga ta'sir ko'rsatadi. Dengiz suvi mineral va organik komponentlar va erigan gazlardan tashkil topgan murakkab kompleksdir. Suvning kimyoviy tarkibi geokimyoviy va biologik jarayonlarning yig'indisi bilan belgilanadi.

Dunyo okeani, o'zining butun mavjudligi davrida, nafaqat suv uchun, balki kontinentlardan suv bilan birga keladigan erigan noorganik birikmalar uchun ham akkumulyator bo'lib xizmat qiladi.

Bu bug'lanayotgan suvning minerallasuvi pastligi tufayli sodir bo'ladi; atmosferaga shamol ta'sirida tushayotgan tuzlarning ko'p qismi sedimentatsiya va atmosfera yog'ingarchiliklari bilan yuvilishi natijasida okeanga qaytadi.

Boshqa tomondan, yuqori kontinental oqimlarning suvlari okeanga doim mineral komponentlarni olib keladi. Natijada okeanda yuqori miqdorda — $4,7 \cdot 10^7$ Gt. tuzlar to'plangan.

Bundan avvalgi geologik davrlarda ba'zi bir dengizlarning qurishi va ajralishi natijasida Dunyo okeani yanada ko'p miqdorini ($40 \cdot 10^7$ Gt) yo'qotgan. Ularning bir yillik aylanmasiga jalb etiladigan miqdori okeanlar tarkibidagi umumiy tuzlar miqdoriga qaraganda unchalik katta emas (5Gt).

Ushbu aylanma harakatning asosiy qismi 2.4.-jadvalda keltirilgan.

2.4-jadval

Dunyo okeanining tuz balansi

Balansning tarkibiy qismi	Oqim, Gt/yil
Kirim	
Daryo oqimlari	+3,1
Yer osti oqimlari	+ 1,2
Qutb muzliklarining erigan suvlari	+0,03
Kontinentlardan shamol bilan olib chiqish	+0,10
Suv osti vulkanizmi	+0,05
Oqim tubidagi cho'kmalarning erishi	+0.3
Daryo oqimlari qoldiqlarining erishi	+0,2
Sarf	
Cho'ktirish va suv tubi cho'kmalari yordamida sorbsiya qilish	-3.8
Quruqlikka aerezolli olib chiqish	-0,5
Yarim ajratilgan dengiz bug'lanishidagi yo'qotish	-0.6

Dunyo okeani tuz balansi sarf qismiga nisbatan kirim qismining ba'zi bir ortishi quyidagi omillar bilan bog'liq:

- Yerning yuqori mantiyasida davom etayotgan degazatsiya;
- Tog' jinslarining asta sekin nurashi;
- Shamol olib chiqishini ko'payishi;

- Antropogen cho‘llanish, katta hududlarda o‘rmonlarning yo‘q qilinishi, tuproq eroziyasi natijasida daryo oqavalari bilan qo‘shimcha mineral komponentlarning tushishi.

Mineral komponentlarining tarkibiga ko‘ra okean suvlari juda o‘xshash. Okeanning ochiq qismlarida tuzning og‘irlik miqdori o‘rtacha 34,7% (interval 32,0 dan 37,5% gacha) ni tashkil etadi.

Eng yuqori sho‘rlanish, eng katta bug‘lanish bilan xarakterlanadigan tropik kengliklarda kuzatiladi.

Dengiz suvining asosiy kimyoviy elementlari o‘rtasida qat’iy aloqa bo‘lib, u Ditmar qonuni bilan ifodaladi: okeanning ochiq joylari suvining asosiy tuzli tarkibi nisbati doimiy va ularning absolyut konsentratsiyasiga bog‘liq emas (2.5-jadval)

2.5.-jadval

Dengiz suvining o‘rtacha kimyoviy tarkibi

Tuz	Tuz miqdori	
	g/kg suv	%
NaCl	27,2	77.8
MgCl ₂	3.8	10.9
MgSO ₄	1,7	4,7
CaSO ₄	1,2	3.6
K ₂ SO ₄	0.9	2,5
CaCO ₃	0.1	0.3

Erigan noorganik moddalarning taxminan 99,99% og‘irligi 2.5.-jadvalda keltirilgan komponentlardan, shu bilan birga Br, F, B va Sr lardan hosil bo‘lgan.

Dengiz suvidagi asosiy ionlarning kimyosi yer yuzasi suvlari kimyosidan farq qiladi. Ushbu farqni aks ettiradigan uchta asosiy xususiyat mavjud:

- dengiz suvidagi tuzning yuqori konsentratsiyasi, 35 g•l⁻¹atrofida;
- Na⁺ va Cl⁻ ionlarining miqdori yuqori bo‘lgan dengiz suvining taxminan bir xil kimyoviy tarkibi;

- yerning barcha okeanlaridagi dengiz suvlari asosiy ionlarining nisbiy konsentratsiyalari doimiyligi.

Muz okeanidan Qora dengizgacha bo'lgan suvlardagi K^+/Cl^- ning nisbiy miqdori deyarli o'zgarmasligini oxirgi xususiyat yaqqol ko'rsatib beradi. Okeanlarda bikarbonat (HCO_3^-) va Ca^{2+} ionlari biologik aylanma harakatga qo'shilgan, ularning nisbati boshqa asosiy ionlarga solishtirganda vertikal gradientga olib keladi. Ammo ularning nisbatidagi farq katta emas- kalsiy uchun 1% dan kam. Dengiz suvi asosiy ionlarining tarkibi bir necha million yillar mobaynida sezilarsiz o'zgargan, degan ma'lumotlar bor, shuning uchun okean suvlari tarkibini juda uzoq vaqtli geokimyoviy aylanish nazorat qiladi deb hisoblanadi.

Dengiz evaporitlarining qadimgi qoldiqlarini o'rganish asosida, dengiz suvining sho'rlanishi va ion tarkibi taxminan oxirgi 900 mln.yil mobaynida o'zgarmas bo'lib qolayotganligi aniqlangan. Evaporitlar- bular tabiiy yo'l bilan dengiz suvining bug'lanishi natijasida, ochiq okeandan ajratilgan basseynlardan tushadigan tuzlardir.

So'nggi 900 mln. yil mobaynida dengiz evaporitlari gips seksiyasi — anhidrit ($CaSO_4 \cdot 2H_2O \cdot CaSO_4$) dan ($NaCl$) ga qarab ketma ketlikda bormoqda.

2.6-jadval

CHuchuk va dengiz suvi asosiy ionlarining tarkibi, mmol/l

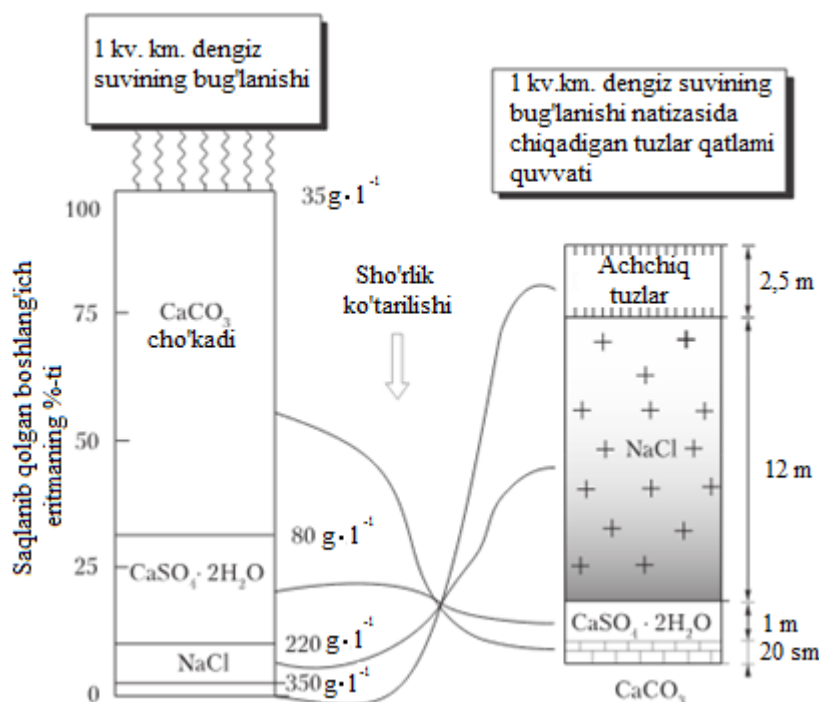
Ion	Daryo suvi	Dengiz suvi
Na^+	0,23	470
Mg^{2+}	0,14	53
K^+	0,03	10
Ca^{2+}	0,33	10
HCO_3^-	0,85	2
SO_4^{2-}	0.09	28
Cl^-	0,16	550
Si^{4+}	0,16	0,1

Achchiq tuzlar (o'zining achchiq mazasi tufayli shunday nomlangan) bug'lanishning so'nggi bosqichida cho'kmaga tushadi, ular magniy tuzlari, bromidlar, kaliy xloridi (KCl) va bug'lanish sharoitiga qarab nisbatan murakkab tuzlardan iborat o'zgaruvchan tarkibga ega. (2.4-rasm). Cho'kmaga tushgan birikmalarning ketma-ketligi hozirgi dengiz evaporitlaridagi bilan deyarli bir xil, uni dengiz suvini bug'lantirib tajriba yo'li bilan tiklash mumkin. Tuzlar cho'kishining bunday ketma-ketligi dengiz suvining asosiy ionlar tarkibida bo'lishi mumkin bo'lgan o'zgarishlar chegarasini belgilaydi, ushbu chegaradan tashqaridagi o'zgarishlar natijasi boshqa cho'kish ketma-ketligiga olib keladi. Masalan, sulfat ionining (SO_4^{2-}) hozirgi konsentratsiyasida, kalsiy (Ca^{2+}) ionlarining ikki baravar yuqori konsentratsiyasi cho'kish ketma-ketligiga ta'sir ko'rsatmaydi, ammo uch baravar yuqori konsentratsiyada o'zgarish yuz beradi. Xuddi shunday, hozirgi paytda mavjud kaliy (K^+) ionlari konsentratsiyasining ikki barobar ko'payishi yoki kamayishi geologik tarixda shu paytgacha kuzatilmagan ba'zi bir juda ajoyib achchiq tuzlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Natriy (Na^+) va xlor (Cl^-) ionlari konsentratsiyalarini o'zgarishi haqidagi tasavvurlar galit qazilmalarining tahlillariga asoslangan. Ma'lum bo'lgan galit qatlamlarining umumiy hajmi, zamonaviy okeanlardagi NaCl miqdorining 30% ga yaqinini tashkil etadi. Agar ushbu barcha tuzlar hozirgi okeanlarga qo'shilsa, uning sho'rlanganligi taxminan 30% ga ortgan bo'lardi. Biroq galitning asosiy qatlamlari geologik davr bo'ylab yetarlicha yaxshi taqsimlangan bo'lib, shunga asoslangan holda taxmin qilish mumkinki, ushbu barcha tuz ionlari bir vaqtda dengiz suvida birga erigan holatda bo'lmagan.

Evaporitlarning geologiya tarixidagi eng katta qatlamlarini ko'rib chiqib, Na^+ va Cl^- konsentratsiyalarining pastki chegaralarini baholash mumkin. Masalan, miotsen davrida (5-6 mln yil avval) O'rta yer dengizi va Qizil dengiz suv havzalarida $28 \cdot 10^{18}$ mol NaCl cho'kmaga tushgan. Bu miqdor hozirgi okeanik NaCl miqdorini atigi 4% ini tashkil qiladi. Taxmin qilish mumkinki, davriy evoparit hosil bo'lishi jarayonlari dengiz suvidagi Na^+ va Cl^- konsentratsiyalarini sezilarsiz darajada kamaytiradi. So'nggi 570 mln. yilda dengiz suvining sho'rliigi

har xil tezlik bilan 45 dan 35 g / l gacha kamayganligi haqida taxminlar qilingan. Bu davr mobaynida perm yoshidagi (280—230 mln yil avval) tuzlarning hosil bo'lishi sho'rlikni 10 foizga tushirib yuborishi mumkin edi, balki, bu davr oxiriga kelib, ko'plab dengiz organizmlarining qirilib ketishiga aynan shu sabab bo'lgandir.



2.4-rasm. 1 km² dengiz suvining bug'lanishida cho'kadigan tuz qatlamlarining ketma ketligi va taxminiy quvvati

Ushbu cheklovlar asosida taxmin qilish mumkinki, dengiz suvining asosiy ionlari kimyosi oxirgi 900 mln. yilda deyarli o'zgarmagan.

2.5.1 Dengiz suvidagi asosiy ionlarning aylanma harakati kimyosi

Asosiy ionlarning dengiz suvida bo'lgan vaqti okeanlarda yuz beradigan kimyoviy aylanma harakat yo'nalishining muhim indikatorini hisoblanadi. Bu juda uzoq vaqt bo'lib (10^4 dan 10^8 yilgacha), suvning o'zi uchun belgilangan vaqt ko'rsatkichiga ($3,8 \cdot 10^4$ yil) yaqin yoki undan ham ortiq.

Suvda bo'lish vaqtining uzoqligi shuni anglatadiki, okean oqimlari suvning undagi ionlar bilan yaxshilab aralashib ketishi uchun imkon bergan. Bu ionlarning kirishi yoki chiqishi natijasida yuzaga kelgan ionlar nisbatidagi o'zgarishlarni

silliqlab turgan. Aynan ionlarning suvda uzoq vaqt bo'lishi dengiz suvidagi ionlar nisbatining doimiyligini yaratadi.

2.3-paragrafda elementlarning o'z zaryadi va ion radiusiga z/r bog'liq ravishda suvda eruvchanlik tushunchasi keltirilgan (2.1-rasm). Asosiy ionlarning suvda bo'lish vaqti, ularning yuqori eruvchanligi, ya'ni z/r nisbati natijasi ekanligi aniqlangan. z/r nisbatiga ko'ra ularga yaqin bo'lgan boshqa kationlar ham (masalan, sezii Cs⁺ioni) uzoq suvda bo'lish davriga ega, ammo ularning miqdori yerda kamligi tufayli dengiz suvidagi asosiy ionlarga kirmaydi.

Xlor bundan mustasno. Uning dengiz suvidagi katta miqdori va uzoq bo'lish vaqtiga qaramay, yer qobig'ida uning miqdori kam. Ushbu Cl ning katta qismi yer tarixining juda erta davrida yer mantiyasidan vodorod xloridi (HCl) shaklida gazzizlangan va o'sha vaqtdan beri gidrosferadagi evaporitlarni aylanma harakatiga qo'shilgan. Dengiz suvidagi asosiy ionlarning yanada uzoqroq bo'lish vaqti uning daryo suviga qaraganda ko'proq to'planishiga olib keladi.

Dengiz va daryo suvidagi ionlar nisbatining har xilligi shundan dalolat beradiki, okeanlar – bu daryo suvlari bilan to'ldirilgan okeanik basseynlar emas. Dengiz suvida barcha asosiy ionlarning bo'lish vaqti katta bo'lsa-da, ular bir-biridan farqli bo'lib, alohida ionlarning chiqarilishi tezligi ham turlicha. Demak, bug'lanish yo'li bilan konsentratsiyalanishdan farq qiladigan boshqa jarayonlar ham bo'lishi kerak.

Dengiz suvida asosiy ionlarning bo'lish vaqtini hisoblash quyidagi ma'lumotlar asosida olib boriladi: okeanlarning umumiy hajmi $1,37 \cdot 10^{21}$ l, yillik daryo oqimi $3,6 \cdot 10^{16}$ l/yil ga teng.

Okeanda ionlarning bo'lish vaqti quyidagicha aniqlanadi.

$$\frac{\text{Umumiy hajm}}{\text{Yillik daryo oqimi}} = \frac{1,37 \cdot 10^{21}}{3,6 \cdot 10^{16}} = 3,8 \cdot 10^4 \text{ yil} \quad (2.2)$$

Ushbu yondashuvni 2.7.-jadvaldagi ma'lumotlarga qo'llab, quyidagicha taxminlar bilan dengiz suvidagi asosiy ionlarning bo'lish vaqtini hisoblash mumkin:

1) daryolardagi erigan tuzlar dengiz suvidagi asosiy ionlarning muhim manbai hisoblanadi.

2) barqaror holat sharoitlarini qo'llash mumkin.

Birinchi taxminimiz asosli bo'lishi mumkin, chunki 2.7-jadvalda keltirilgan qolgan manbalar faqat daryolarni hisobga olib qo'lga kiritilgan natijalarni jiddiy o'zgartira olmaydi.

Barqaror holat masalasini juda uzoq davr (mln. yil) uchun tekshirishning iloji yo'q, ammo geologik ma'lumotlar asosida aytish mumkinki, dengiz suvidagi asosiy ionlarning konsentratsiyasi uzoq vaqt mobaynida o'zgarmagan.

Dengiz suvida bo'lish vaqtini hisoblashni natriy (Na^+) misolida ko'rib chiqamiz.

$$\text{Kirim} = \frac{\text{Daryolardagi suv oqimi}}{\text{Daryo suvlaridagi konsentratsiya}} \quad (2.3)$$

Na^+ ioni uchun:

$$\text{Kirim} = (3,6 \cdot 10^{16}) \cdot (0,23 \cdot 10^{-3}) \text{ mol/yil} = 8,28 \cdot 10^{12} \text{ mol/yil.}$$

$$\text{Umumiy miqdori} = \frac{\text{Okeanlardagi suv miqdori}}{\text{Daryo suvlaridagi konsentratsiya}} \quad (2.4)$$

$$\text{Umumiy miqdori} (\text{Na}^+) = (1,37 \cdot 10^{21}) \cdot (470 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 644 \cdot 10^{18} \text{ mol.}$$

$$\text{Suvda bo'lish vaqti} (\text{Na}^+) = \frac{644 \cdot 10^{18} \text{ mol}}{8,28 \cdot 10^{12} \text{ mol/yil}} = 78 \cdot 10^6 \text{ yil} \quad (2.5)$$

2.7-jadval

Dengiz suvida asosiy ionlarning bo'lish vaqti

Ion	Bo'lish vaqti (10^6 yil)
Na^+	78
Mg^{2+}	14
K^+	13

Ca ²⁺	1,1
HCO ₃ ⁻	0,09
SO ₄ ²⁻	12
Cl ⁻	131

Chiqib ketish jarayonlari sekin va katta hududlarda bo‘lgani uchun har bir alohida komponent uchun chiqib ketish mexanizmini identifikatsiya qilish qiyindir. Ba’zi bir chiqish jarayonlari juda sekin boradi, ular geologik davrlarda minglab yoki millionlab yillar davomida sodir bo‘ladi va ularni hozirgi okeanlarda o‘lchash imkoni mavjud emas.

Elementlar sikllarini geologik davrlarda ko‘rib chiqish iqlim o‘zgarishi va tiktonik plitalarni siljishi kabi jarayonlar oqibatida yanada murakkablashadi, chunki ular okean hovuzlari va dengiz sathiga ta’sir etadi. Bunday yirik ko‘lamdagi geologik jarayonlar okeanlardan asosiy ionlarning chiqib ketishi jarayonlariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. To‘rtlamchi davrda (oxirgi 2 mln. yil) bo‘lgan yaqingi muz davridagi o‘zgarishlar ta’siri ham katta ahamiyatga ega. (2.8-jadval, 2.5-rasm)

2.8 -jadval

Dengiz suvida asosiy ionlarning aylanma harakati (soddalashtirilgan balans)

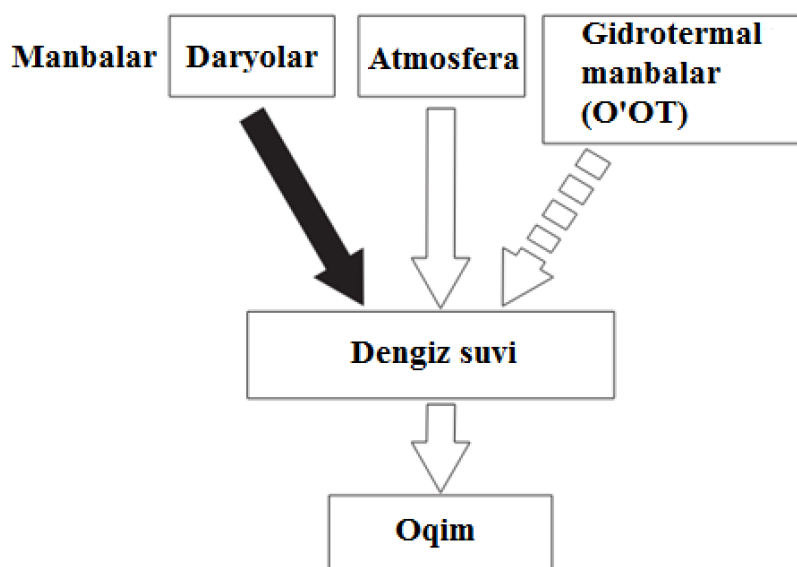
(10¹² mol/yil)¹

Chiqib ketishi/manba								
ion	daryo oqimi	dengiz-havo oqimi	evaporit-lar	KO-loylar	CaCO ₃	opal silikat-lari	sulfidlar	O‘OT
Cl ⁻	5,8	1,1	4,7	—	—	—	—	—
Na ⁺	8,3	0,9	4,7	0,8	—	—	—	1,6
Mg ²⁺	5,0	—	—	0,1	0,6	—	—	-4,9
SO ₄ ²⁻	3,2	—	1,2	—	—	—	1,2	—
K ⁺	1,1	—	—	0,1	—	—	—	-0,8

Ca ²⁺	11,9	—	1,2	-0,5 ¹	17	—	—	-4,8
HCO ₃	30,6	—	—	—	34	—	-2,4	—
Si	5,8	—	—	—	—	7,0	—	-1,1

¹«-» belgisi manbani bildiradi; KO-loylar- loyli mineral deltalarda kationlar almashinuvi; O'OT- o'rta okean tepaliklari va bazalt-dengiz suvining boshqa o'zaro ta'sirlari.

Birinchidan, dengiz sathini oxirgi 11000 yilda tez ko'tarilishi va buning natijasida so'nggi muz davrida yig'ilgan qutb muzliklarining erishi, oldingi quruqliklarni suv bosishiga olib keldi va yirik yuza suvli kontinental shelflarni, biologik faoligi yuqori bo'lgan hududlarni yuzaga keltirdi va biologik yog'inlarning yig'ilishiga olib keldi. Ikkinchidan, Shimoliy yarim shardagi muzliklar tez erroziyaga uchradi. Bu, o'z navbatida, deltalarga va kontinental shelflarga quyiluvchi daryolarda jinslar konsentratsiyasining ortishiga olib keldi. Ushbu qiyinchiliklarga qaramay, dengiz suvidan asosiy ionlar chiqarilishining asosiy mexanizmlari ma'lum (2.8 - jadvalga qarang).



2.5-rasm. Dengiz suviga olib kirilgan asosiy ionlarning yig'indi modeli (strelkalar o'lchami olib kirilgan manbaini solishtirma qiymatiga mos keladi)

2.5.2. O'rta okean tepaliklari orqali dengiz suvining gidrotermal sirkulyasiyasi (O'OT)

O'rta okean tepaliklari orqali dengiz suvining gidrotermal sirkulyasiyasi suvda sirkulyatsiyalanadigan ba'zi bir asosiy mikroelementlar kimyosining o'zgarishiga olib keladi.

Uzoq joylashgan joylardan namunalarni olish qiyin va qimmat, shuning uchun bu jarayondagi elementlar oqimi baholanmagan. Oqimlarni baholash Sharqiy, Tinch va Atlantika tepaliklarida alohida olib borilgan bir necha izlanishlarga asoslangan.

Ushbu erlarda geokimyoviy va geofizikaviy izlanishlar natijasida olingan ma'lumotlar asosida global oqimlar hisoblangan. Asosiy echilmagan muammolardan biri, tepalik uchida baland haroratlarda bo'lgan gidrotermal faollikni qiyaliklardagi past haroratli sirkulyasiyaga nisbatining aniq miqdoriy javobi yo'qligidir. Harorat kimyoviy reaksiyalarni darajasi, tezligi va hatto yo'nalishiga ta'sir o'tkazgani uchun bu biz uchun muhimdir. Bunday muammolarga qaramasdan, oqimlarning bir hududdan boshqasiga tomon yo'nalishi qator elementlar uchun mos keladi.

Tepaliklar ostidagi kichik chuqurlikda (2 km.ga yaqin) joylashgan magmatik kameralardan ko'tariluvchi magmaning kristallanishi jarayonida O'OT da okeanik bazalt qobiq hosil bo'ladi.

Magmatik kamera va yangi tashkil topgan bazaltlarni tepalik tagida joylashgan issiqlik manbai deb hisoblash mumkin. Yangi okeanik qobiq hosil bo'lishi jarayonida eskisi tepalikdan sekin-asta (yiliga bir necha mm.) yoniga suriladi. Yoniga surilish natijasida ushbu qariyotgan qobiq sovib, cho'kib boradi.

Buning natijasida hosil bo'lgan termal tuzilma, ya'ni tepalikning tagidagi issiqlik va qiyaliklardagi sovuq hudud qobiqning darz ketgan va yorilgan joylaridan dengiz suvining konveksiyasiga olib keladi.

Okeanlarning chuqurlikdagi suvlari yuzaroqdagi suvga qaraganda sovuqroq (4°C atrofida) va zichroq. Ular qobiq ustidagi darz ketgan joylardan kirib issiqlik manbai bo'lgan magmatik kameraga etib boradi. Ushbu ulkan issiqlik manbai

suvni isitadi, natijada suv kengayib, zichligi pasayadi, qobiqdan o‘tib, yana tepaga qarab harakatlanadi (2.6-rasmga qarang).

Bunday konvektiv katakni ikki qismga bo‘lib ko‘rib chiqish mumkin: past haroratli cho‘kayotgan dengiz suvining “qanoti” va yuqori haroratli kimyoviy o‘zgargan, yuqoriga ko‘tarilayotgan dengiz suvining “qanoti”. Bu jarayon odatda gidrotermal (issiq suv) konveksiya deb ataladi. Bazalt qobig‘idagi suvning eng yuqori qizish haroratini aniqlash imkoni yo‘q.



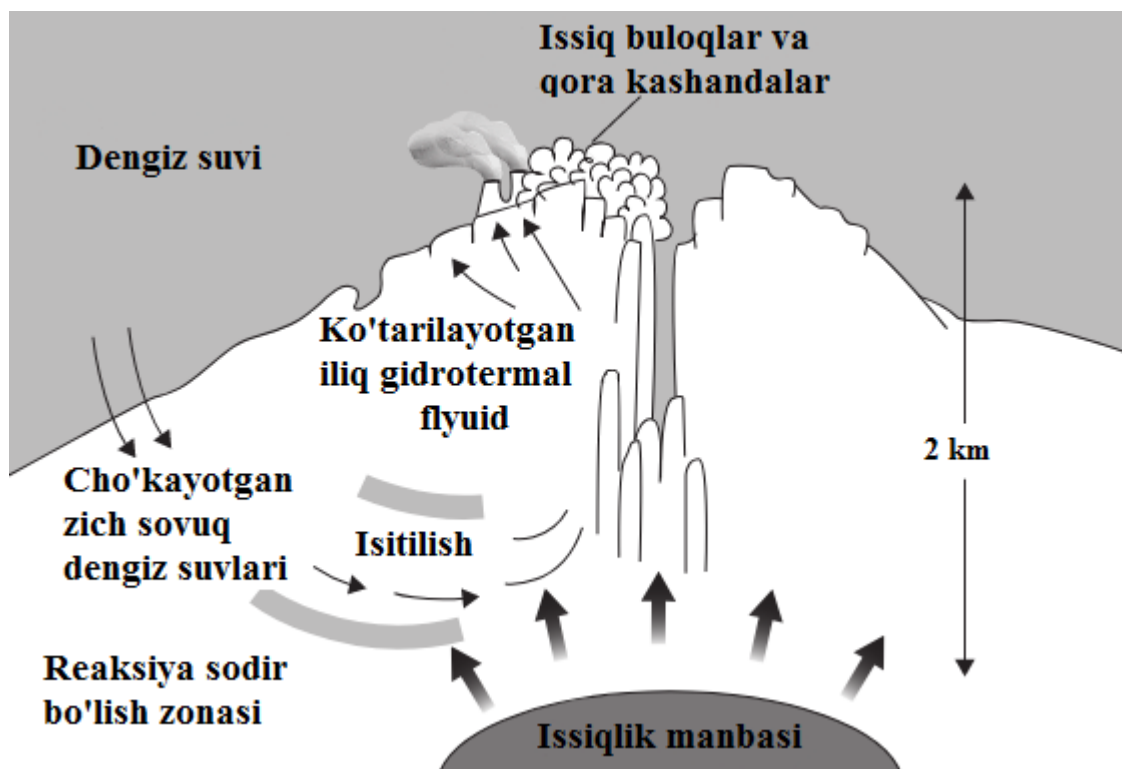
2.6.-rasm. O‘OT tuzilmasining soddalashtirilgan sxemasi

Biroq, issiq gidrotermal suv manbalari konvektiv katak ostidan uchiga ko‘tariladi. Bazal qobig‘i va konvektiv suvlar o‘rtasida sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalar natijasida suv nordonlashib ($\text{pH} = 5\text{—}7$), erigan metallar ((Fe) temir, (Mn) marganets, (Pb) qo‘rg‘oshin, (Zn) rux va (Cu) mis) va vodorod sulfidi bilan boyitilib, sovuq kislorodli chuqur suvlarga temir, rux, qo‘rg‘oshin va boshqa sulfidlari bulutlari va temir oksidlari kirganida ular tez cho‘kadi.

Bunday sulfidlar zarrachalarini yig‘indisi issiq manbalarning joylashuvini ko‘rsatadi. Bu hodisa “ qora kashandalar” nomining kelib chiqishiga olib keldi (2.7

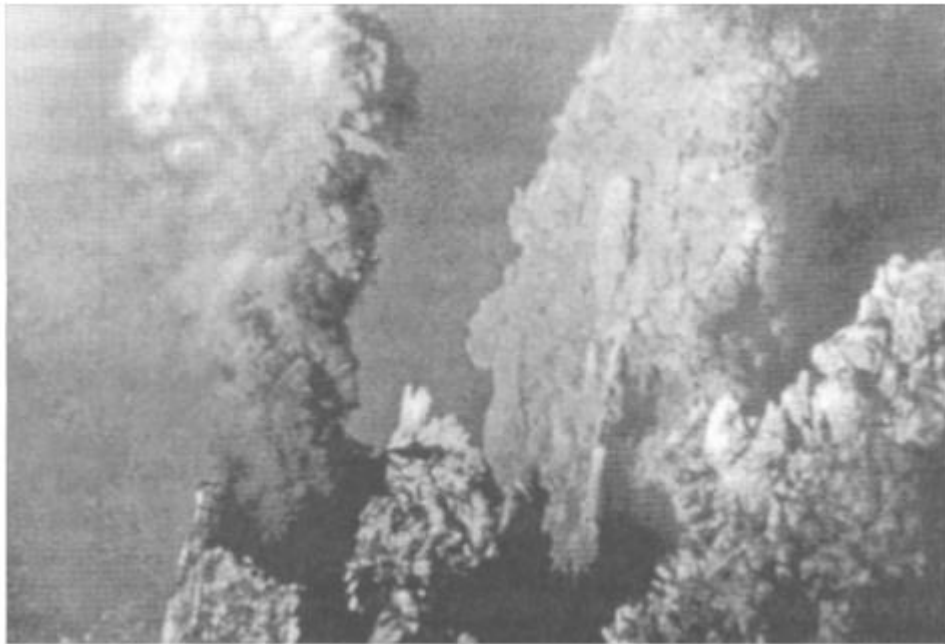
va 2.8 - rasm). Qora kashandalarda o'lgan harorat 200 dan 400°C gachadir (o'rtacha harorat 350°C).

O'OT sirkulyatsiyasidagi gidrotermal kataklarda uchraydigan yuqori haroratlar dengiz suvi va okean qobiqlari o'rtasida sodir bo'ladigan reaksiyalar darajasini va tezligini sezilarli oshiradi.



2.7-rasm. O'OTdagi gidrotermal konveksiya.

Ushbu reaksiyalar marganets, kremniy, kaliy, kalsiylarning global zahiralarga ta'sir etadi va natriy va sulfatlarning aylanma harakatiga ham ta'sir etishi mumkin.



2.8-rasm. Qora kashanda, Tinch okeani ko‘tarilishi

Gidrotermal faoliyat natijasida Na ni dengiz suvidan chiqib ketishi, uning umumiy dengiz suvidan chiqib ketishining 20% ini tashkil qiladi. Buning sababi past haroratlarda dengiz suvi bilan reaksiyalar natijasida Na bilan boyitilgan bazaltlarning hosil bo‘lishidir. Bu O‘OTlardagi gidrotermal faoliyat jarayonlarida dengiz suvidan Na ning chiqib ketishidan dalolat beradi.

2.5.3. Erigan gazlar

Dunyo okeanining tuzli tarkibidan farqli o‘laroq, erigan gazlarning miqdori okeanning turli qismlarida sezilarli o‘zgarib turadi. Dengiz suvida u yoki bu erigan gazlar konsentratsiyasi asosan ichki manbalar, haroratlari va fazalararo taqsimlanish jarayonlari faoliyatiga bog‘liq bo‘ladi.

Okean suvlaridagi erigan gazlar yer atmosferasi bilan gaz almashinuvida, okeanlar va uning tubidagi mantiya degazatsiyasi natijasidagi biogeokimyoviy jarayonlar ishtirokida hosil bo‘lgan. SHunday qilib, agar yer atmosferasida massa bo‘yicha eng ko‘p azot - $38,6 \cdot 10^{20}$ g, kislorod - $11,8 \cdot 10^{20}$ g va ozroq karbonat anhidrid- $2,3 \cdot 10^{18}$ g bo‘lsa, erigan okean atmosferasida massa bo‘yicha eng ko‘p karbonat anhidrid - $1,4 \cdot 10^{20}$ g, yer atmosferasiga qaraganda 100 karra ko‘proq,

okeandagi kislorod deyarli 100 marta kamroq - $1,4 \cdot 10^{19}$ g. va ozgina azot mavjud - $1,8 \cdot 10^{15}$ g.

Umuman olganda, okeandagi erigan gazlarning umumiy og'irligi yer atmosferasi og'irligidan 30 marta engilroq. Okeanda vodorod sulfid, argon, metan kabi gazlar ham sezilarli miqdorda erigan. Vodorod sulfid okeanning alohida hududlarida katta miqdorda yig'iladi. Ma'lumki, masalan Qora dengiz 150-200 m chuqurlikdan to tub-tubigacha vodorod sulfidlidir. Vodorod sulfid dog'lari okeanning boshqa tumanlarida xam topilgan. Tubida balchiqqa boy suvlarda ham vodorod sulfid birikmalari (ionlari) ko'p uchrab turadi. Vodorod sulfidli hududlar kislorodsiz birlamchi okean modelini eslatadiki, ularda ozod kislorodsiz yashaydigan jonzodlar uchragan. Umuman olganda, okeanda erigan atmosfera yerning birlamchi atmosferasiga yaqin bo'lib, unda karbonat angidrid hozirgiga qaraganda ancha ko'proq, kislorod esa ancha kamroq bo'lgan bo'lishi mumkin (2.9-jadval).

2.9-jadval

Ba'zi bir gazlarning dengiz suvida xlorlilik (sho'rlanish) 19% va 1 atm bosimida eruvchanligi

Gaz	Harorat, °C			
	0	10	20	30
Azot	18,24	14,81	12,48	11,00
Argon	42,20	33,50	27,82	23,90
Metan	43,84	36,16	28,99	22,12
Kislorod	49,10	38,16	31,05	26,30

Biotik jarayonlarda faol qatnashadigan gazlar (CO_2 , O_2 , CH_4 , H_2S) ko'pincha muvozanat konsentratsiyasidan ancha og'ib ketadi. Ular uchun yuzasidan tubigacha bo'lgan suv qatlamida notekis taqsimlanish xos. Oltinugurt dioksidi dengiz suvida kam miqdorda uchrasa-da ($0,484 \text{ mg/l}$ yoki $0,52\%$), okeanosferadagi ko'pgina fizik-kimyoviy va biologik jarayonlarda ishtirok etadi.

Ushbu gaz dengiz suviga asosan yuzasidagi mikroqatlamdagi molekullarni shamol yordamida aralashishi sababli atmosferadan tushadi. Erish jarayonida CO₂ ning bir qismi karbonat kislotasini hosil qiladi va uning miqdori CO₂ ni muvozanat konsentratsiyasining taxminan 1 foizini tashkil qiladi.

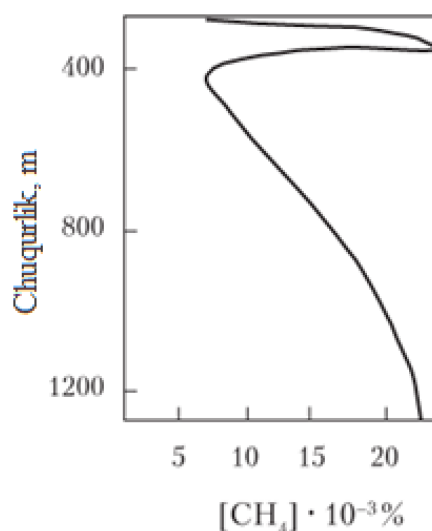
Dengiz suvida uglerodning boshqa birikmalari orasida eng ko'pi metandir. Metanning suvdagi muvozanat konsentratsiyasi xlorlilik 19% va harorat 5°C bo'lganda taqsimlanish qonuniga ko'ra $8 \cdot 10^5\%$ ga teng.

Okeanning ochiq hududlarida yuza suvlarda metan muvozanat konsentratsiyasiga yaqin qiymatlarda uchraydi, ichki dengizlarda va qirg'oqqa yaqin suvlarda esa muvozanat konsentratsiyasidan ko'pincha 30-80% ortishi kuzatiladi.

Metanning kam eruvchanligi tufayli dengiz suvlari ushbu gaz atmosferadan keluvchi oqim sifatida xizmat qilolmaydi. Boshqa tarafdin esa, okeanlar atmosfera uchun metan manbai rolini o'ynay olmaydi.

Ammo eng yuqori qatlamlarda konsentratsiyalar muvozanat qiymatidan past qiymatlargacha tushadi. Bu anaerob sintez zonasidan metanotrof mikroorganizmlar tomonidan ko'tariladigan metanning biokimyoviy oksidlanishi natijasida deb sodir bo'ladi.

2.9-rasmda Qora dengiz suvi tarkibidagi CH₄ning chuqurlikka nisbatan konsentratsiyasi keltirilgan. Katta chuqurliklarda vodorod sulfid bilan to'yingan suvlarda metan konsentratsiyasi muvozanat qiymatidan ancha yuqori. Chuqurlik kamayishi bilan konsentratsiya qiymati ham kamayadi, ammo yuza suvlarga yaqinlashganda yana ko'tariladi.



2.9-rasm. Qora dengizdagi metan konsentratsiyasining chuqurlik bilan bog‘likligi.

2.5.4. Dengiz suvining organik moddalari

Metandan tashqari dunyo okeanida o‘zgaruvchan miqdorlarda boshqa turli xil organik birikmalar mavjud. O‘z kelib chiqishi bo‘yicha ular okeanning o‘zida biologik jarayonlar natijasida paydo bo‘lgan avtoxtonlarga va okeanosferaga boshqa manbalardan, shu jumladan antropogen manbalardan keluvchi alloxton (begona so‘zidan) organik moddalarga ajratiladi.

Bundan tashqari, organik moddalar suspenziya tarkibidagi erigan va tub qoldiqlari tarkibida erimagan holda uchraydi. Dengiz suvining organik moddalari asosiy manbai bu avtotrof (foto- va xemosintezlovchi) organizmlar– fitoplanktonlar va turli xil bakteriyalar. Birgalikda ular dunyo okeanining trofik (ozuqa) zanjirining birinchi bo‘g‘inini tashkil qiladi. Fotosintez jarayonini quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:



O‘ng tarafda organik moddaning gipotetik formulasi keltirilgan, u dunyo okeanining turli hududlar fitoplanktonlardagi organogen-atomlarning o‘rtacha nisbatlari asosida tuzilgan. Bundan kelib chiqadiki, fotosintez natijasida vodorod ionlarining sarflanishi natijasida suvning umumiy ishqoriyligi ortishi yuz beradi.

Fitoplankton rivojlanishini chegaralovchi omili fosfatlar, azot nitratlari va kremniy birikmalarining mavjudligidir. Okeanda ushbu komponentlarning ulkan zahiralari mavjud, ammo ularning katta qismi tubga yaqin qatlamlarda bo'lib, geteroftrof organizmlarning hayot faoliyati natijasida ajraladi. Boshqa tarafdin, fotosintez jarayoni yaxshi yoritilgan 150m gacha bo'lgan fotik zonada kechadi, yoritilganlik radiatsiyaning 1 foizidan kamayganida esa fotosintez jarayoni deyarli to'xtaydi. SHuning uchun fitoplanktonning intensiv rivojlanishi, shelf ustidagi neritik suvlarda yoki sovuq va iliq oqimlar kesimida tub suvlari tepaga chiqishi joylarida bo'ladi.

Fitoplankton va uning mahsuloti (organik modda) biomassasi okeanning turli hududlarida keng chegaralarda o'zgaradi, bu organogen elementlar bilan ta'minlanganlikning turli darajasi bilan izohlanadi. Eng ko'p biomassa qirg'oqqa yaqin tumanlarda va ichki dengizlarda kuzatiladi. Masalan Azov dengizida bu ko'rsatkich o'rtacha $2,4 \text{ g/m}^3$ ga teng ($0,3 - 9 \text{ g/m}^3$).

Eng mahsuldor tumanlarda organik moddaning sintezi juda jadal kechadi. Eng yuqori – $580 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \cdot \text{sut})$ gacha bo'lgan mahsuldorlik siklonal aylanma harakat zonasidagi fotosintez qatlamida kuzatiladi. Shunga yaqin ko'rsatkichlar apvelling tumanlari uchun ham xos. Tinch okeanining Kaliforniya qirg'oqlaridagi 0—2000 m chuqurlikda, integrallashgan o'rtacha sutkalik mahsulot $560 \text{ mg C}/\text{m}^2$ ni tashkil etadi.

Fitoplanktonlarning umumiy birlamchi mahsuloti 44 Gt C/yil , deb baholanadi va bu qit'alarning o'simlik qatlami tomonidan ishlab chiqariladigan organik uglerod mahsulotining o'rtacha 32%ini tashkil etadi. Ushbu jarayon davomida dengiz suvidan ulkan miqdorlarda erigan CO_2 chiqib ketadi va erkin kislorod ajraladi. Okean suvida erigan organik moddalar (EOM) 30-70% gumus moddalaridan tashkil topgan. Gumus moddalar alloxtan (asosan daryo oqimlari bilan keladi) va avtoxtan (okeandagi o'lgan o'simlik va hayvon organizmlari qoldiqlarining gumifikatsiyasida hosil bo'ladi) yo'llari bilan kelib chiqadi. EOM guruhiga shuningdek saxaroza, aminokislotlar va yuqori yog' kislotalari ham kiradi. Dengiz suvidagi saxaroza asosan polisaxaridlardan iborat, ularning shelf

zonasidagi miqdori ko‘pincha 500 mkg C/l. dan ortadi. Monosaxaridlar (glyukozalar va fruktozalar) ulushiga uglevodlar umumiy miqdorining 10—30 foizi to‘g‘ri keladi. Ochiq okean suvlarida ularning konsentratsiyasi 5—10 mkg C/l ni tashkil etadi.

Aminokislotlar EOMning faqat 2—0,3 foizini tashkil qiladi. Erkin aminokislotlarning o‘rtacha konsentratsiyasi 1,6—4,2 mkg C/l, bog‘langan aminokislotlarning miqdori esa ko‘pincha yuqoriroq bo‘ladi.

Okean suvida yog‘ kislotalari fraksiyasi har xil to‘yinmaganlik darajasi bilan (molekulada oltitagacha qo‘shbog‘ bor)C₁₄—C₂₂ birikmalaridan iborat. Bunda biz juft sonli gomologlarni ko‘p uchratamiz va bu ularning biologik kelib chiqishidan dalolat beradi. Yog‘ kislotalarining yig‘indi konsentratsiyasi 1 litrga o‘nlab mikrogramm uglerodni tashkil etadi. Xemosintezlovchi mikroorganizmlar faol rivojlanadigan tubdagi gidrotermalar ustidagi suvlarda bundan ancha baland (25-40 martta ko‘proq) konsentratsiyalar kuzatiladi.

Ba‘zi bir mutaxassislarining fikricha, organik moddaning asosiy fraksiyasi suspenziya tarkibiga kiradi. Xuddi muallaq moddalar kabi, C_{org,muallaq} ning qiymati ham kuchli o‘zgaradi: Tinch okeanida organik muallaq moddalarning konsentratsiyasi 1,4—150, Atlantika okeanida — 7—620, Xind okeanida— 3—390 mkg C/l. Muallaq moddaning quruq massasida organik moddaning ulushi 7—11%ni tashkil etadi. Suvning yuza qatlamida S_{org,muallaq} ning vertikal taqsimlanishi o‘z maksimumiga ega profil bilan xarakterlanadi. Masalan: Tinch okeanida uning o‘rtacha konsentratsiyasi (mkg C/l) chuqurlik bo‘ylab quyidagicha o‘zgaradi.

0-100 m	63,7	200-1000 m	18,4
100-200 m	41,8	> 1000 m	11,2

Muallaq organik moddalarning kimyoviy tarkibi, ularning asosan biologik kelib chiqishidan dalolat beradi. Antarktida yonida Tinch okeanining janubiy qismida izlanishlar olib borgan yapon olimlarining ma’lumotlariga ko‘ra, u 18,6—40,3% uglevodlardan, 11,1—16,5% - aminokislotlardan va 22,7—37,8% —

lipidlardan tashkil topgan. Lipidlarning tarkibiga asosan yog‘ kislotalari va ularning uchglitseridlari, yuqori spirtlar va sterinlar kiradi.

Muallaq moddalarning o‘lchami bo‘yicha taqsimlanishi ikkita maksimumi bilan xarakterlanadi: radiusi 0,5—1,0 va 25—50 mkm ga teng zarrachalar ko‘proq. Shunday qilib, organik modda –bu katta solishtirma yuzaga ega yupka dispersli material (50—200 m²/g). Agar, ko‘ndalang kesimining maydoni 1 m² bo‘lgan okean suvi ustunida 2000 g muallaq modda bo‘lsa, unda zarrachalarning yig‘indi yuzasi $4 \cdot 10^5$ m² gacha bo‘lishi mumkin. Katta solishtirma yuzaga muallaq moddalarning yuqori sorbsion xarakteristikalarini belgilab beradi. Ular okean suvining tubiga cho‘kkanida organik moddalarni hamda mineral komponentlarni shu jumladan og‘ir metallar ionlarini tutib oladi.

Cho‘kish tezligi zarrachalarning o‘lchamiga bog‘liq. Zarrachalar diametri 1 dan 60 mkm gacha bo‘lgan muallaq moddalar uchun xarakterli cho‘kish tezligi (m/sut) quyida keltirilgan:

1 mkm	<0,02	15—30 mkm	0,29-0,38
2—6 mkm	0,12-0,27	60 mkm	0,43-1,1

Shak-shubhasiz, kichik hajmdagi zarrachalar okeanning chuqur tumanlarida tubga etib borolmaydilar: karbonat va silikatli materiallar cho‘kish jarayonida (1 mkm o‘lchamli zarrachalar uchun 5km bo‘lgan chuqurlikka etib borishning hisoblab chiqilgan vaqti 700 yilni tashkil etadi) CO₂ miqdori yuqori bo‘lgan suvlarda erib ketishi, muallaq moddalarning organik komponentlari esa mikrobiologik oksidlanishga uchrashi mumkin. Detritning oksidlanish destruksiyasi nihoyatda tez kechadi: o‘lik fitoplankton suvning 100m bo‘lgan yuzaga qatlamining o‘zida 50-60% ga parchalanib ketadi.

Tropik tumanlarda tubga faqatgina 10% zarrachalar etib boradi. Tubga tushish mobaynida detritning organik moddasida sezilarli o‘zgarishlar ro‘y beradi, bir tarafdin eruvchan komponentlarining ishqorlar bilan yuvilishi, boshqa tarafdin qoldiqning gumifikatsiyasi yuz beradi. Bundan tashqari, sedimentlanayotgan zarrachalar ham yangi organik moddaning sintez qilinishi maydoniga aylanadi.

Muallaq organik moddalarning o'zgarishida zooplankton ham qatnashadi. Ma'lumki, ushbu mitti dengiz hayvonlarining oziqlanish yo'li bu biofiltratsiya – organizm o'zidan o'tkazadigan suvdagi muallaq mayda zarrachalarni ilib olishidir. Suv filtratsiyasining ko'lamlari katta - 10^5 km³/sut gacha. Shunday qilib, mikroorganizmlar va hayvonlar detritning katta qismini ilib ketishadi. Shunga qaramay, C_{org} tarkibida bor muallaq moddalarning bir qismi tubga etib borib, tub cho'malariga ko'miladi.

2.6. Gidrosferaning ifloslanishi

2.6.1. Suv havzalari evtrofikatsiyasi. Suv resurslarini ortiqcha sarflashning asoratlari

Insoniyatning gidrosferaga ta'siri undagi zararli moddalar miqdorining oshishiga, yangi kimyoviy birikmalar, zarrachalar, yot jismlar paydo bo'lishiga, harorat va radioaktivlik haddan ziyod oshishiga olib kelmoqda.

Suvlarning ifloslanishi ularning fizik va organik xususiyatlari o'zgarishida, sulfatlar, xloridlar, nitratlar, toksik og'ir metallar miqdori ortishida, suvdagi erigan kislorodning miqdori kamayishida, radioaktiv elementlar, kasallik tarqatuvchi bakteriyalar va boshqa ifloslantiruvchilarning paydo bo'lishida ko'rinadi.

Gidrosfera ifloslantiruvchilari turlari:

— **kimyoviy.** Bu yerda barcha turdagi sanoat, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishlari va transport qatnashadi. Natijada suvning tabiiy kimyoviy xususiyatlari o'zgarishi kuzatiladi, bu undagi organik va noorganik zararli qo'shimchalar (kislotalar, ishqorlar, tuzlar, neft mahsulotlari, pestitsidlar, dioksinlar, og'ir metallar, fenollar, ammoniy va nitrit azoti) miqdori ortishi sababli ro'y beradi;

— **biologik.** Mikroorganizmlar va bijg'ituvchi organik moddalar keltirib chiqaradi, ular bakteriologik ifloslanishga olib keladi (viruslar, bakteriyalar, suv o'tlari, turli zamburug'lar);

— **fizik.** Suvga issiqlik tashlanishi bilan bog'liq bo'lib, butun suv havzalari biotsenozini larzaga soladi. Uning manbasi – IES lardan va ishlab chiqarish korxonalaridan tashlanadigan isitilgan suvlar. Suv haroratining ko'tarilishi suv

organizmlari uchun tabiiy bo'lgan yashash sharoitlari o'zgarishiga, suvda erigan kislorod miqdori kamayishiga, modda almashinuvi tezligi o'zgarishiga olib keladi. Bundan tashqari, fizik ifloslanishga suv havzalarining radioaktiv ifloslanishi va unga turli muallaq moddalarning tushishi kiradi.

Sanoat sohalari bo'yicha ifloslantiruvchilar turlari:

1) Sellyuloza-qog'oz kompleksi, yog'ochni qayta ishlash: organik moddalar (smola, yog'lar, linglinlar, fenollar), ammoniy azot, sulfatlar, muallaq moddalar;

2) neftgaz qazib chiqarish: neft mahsulotlari, SPAV, fenollar, ammoniy azot, sulfidlar;

3) mashinasozlik, metalni qayta ishlash, metallurgiya: og'ir metallar, muallaq moddalar, sianidlar, ammoniy azot, neftmahsulotlari, smollar, fenollar, fotoreagentlar;

4) kimyo, neft-kimyo sanoati: fenollar, neft mahsulotlari, SPAV, politsiklik aromatik uglevodorodlar, benzapiren, muallaq moddalar;

5) Tog'-kon, ko'mir sanoati: flotoreagentlar, mineral muallaq moddalar, fenollar;

6) engil, tekstil, oziq ovqat sanoati: SPAV, neft mahsulotlari, organik bo'yoqlar, organik moddalar.

Turli sanoat turli sohalarida ishlatiladigan suvning yarmidan ko'pi (56%) tabiiy muhitga ifloslangan oqava suvlar sifatida qaytadi. Tabiiy suvlarning ifloslanishiga asosiy javobgarlikni: avtomobil qurilish, shu jumladan kemalar qurilishi va kemalar ta'miri (umumiy tashlamalarni 39%), kommunal xo'jalik (37%), rangli metallurgiya (7%) va qishloq ho'jaligi (pestitsidlar va mineral o'g'itlar yuvilishi hisoblanmaganda 8%)

Tarkibida katta miqdorda organik moddalar bo'lgan oqava suvlar suv havzalarini sezilarli darajada ifloslaydi. Bunday suvlarda zamburug'lar va bakteriyalar tez ko'payadi, bu suvda erigan kislorod miqdorining kamayishiga va gidrosfera ob'ektlarining tarkibi o'zgarishiga olib keladi. Kislorodning biologik iste'moli (KBI) suv havzalarining organik moddalar bilan ifloslanganligi darajasini

bildiruvchi mezondir. U organik ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishi uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdorini aniqlab beradi.

Evtrofikatsiya (yunonchadan yaxshi ovqatlanish) – biogen moddalarning, asosan azot va fosfor konsentratsiyasi ko'tarilishi tufayli, suv havzalarining birlamchi mahsuldorligi oshishi. Ko'pincha suvlarning gullashiga olib keladi.

Suv havzalari evtrofikatsiyasi – o'simliklar mahsuldorligi oshishi bilan kuzatiladigan daryo, ko'l va dengizlarning boyitilishi. Tabiiy suv havzalariga biogen elementlar (masalan fosfor va azot birikmalari) tushib, mikroorganizmlar, shu jumladan ko'k-yashil suv o'tlari uchun ozuqa muhiti bo'lib xizmat qiladi. Ko'k-yashil suvo'tlarining hayot faoliyatini mahsulotlari – allergenlar – toksinlar, odamlarga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir o'tkazadi. Suvo'tlar yaxshi isigan suvda, ya'ni yozda intensiv ravishda ko'payadi. Aynan shu sababli ba'zi odamlar ko'lda cho'milgandan so'ng o'z tanasida qizil dog'larni ko'radi.

Evtrofikatsiya suv havzasining tabiiy qarishi yoki antropogen ta'sir natijasi bo'lishi mumkin (2.10-rasm). Evtrofikatsiyaga olib keladigan asosiy kimyoviy elementlar fosfor va azotdir.

Evtrofikatsiya suv havzalari uchun boy litoral va sublitoral o'simliklar, juda ko'p plankton xarakterlidir. Sun'iy balanslanmagan evtrofikatsiya suvo'tlarining jadal rivojlanishiga (suvlarning gullashiga), kislorod tanqisligi, baliqlar va hayvonlarning nobud bo'lishiga olib keladi. Bu jarayon quyosh nurlarining suv havzasiga chuqur kirib bormasligi (suv havzasi yuzasidagi fitoplankton tufayli) va natijada suv tubidagi o'simliklarda fotosintez bo'lmasligi, demak kislorod ham yo'qligi bilan izohlanadi. (yunonchadan Oligo – arzimas, nochor, Trofig – ovqatlanish ozuqa). Ularning suvlari izlar ko'rinishida uchraydigan mineral azot va ayniqsa fosforga kam. Biotsenozning suvdagi past zichligi tufayli suvda kislorod juda ko'p, CO₂ning miqdori esa kam, buning natijasida temir birikmalarining erimasligi kuzatiladi. Suv tiniq, ko'k yoki yashil rangda. Bunday turga qum qirg'oqli chuqur ko'llar kiradi.



2.10-rasm. Suv havzasining evtrofikatsiyasi

Atmosferadagi kislorod suvda juda sekin eriydi. Tegishincha, bentos o‘simliklar nafaqat suv hayvonlariga ovqat va boshpana beradi, balki kislorodni bevosita suvga chiqarib, chuqurlikdagi erigan kislorod konsentratsiyasini ham ushlab turadi. Buning natijasida ozuqa elementlari kamayib ketgan suv havzasida, turli tuman baliqlar, mollyuskalar va ular oziqlanadigan bentos o‘simliklardan tashkil topgan juda boy biotsenoz mavjud bo‘lishi mumkin.

Evtotrof ko‘llar. Ularning suvlari azot va fosfor bilan boy. Organizmlarning ko‘pligi chuqur qatlamlardagi kislorod miqdorini kamayishiga olib keladi. Suv unchalik tiniq emas, rangi yashildan jigarranggacha. Bunday ko‘llar chuqur bo‘lmaydi, keng qirg‘oq bo‘yi bo‘ylab o‘simliklar o‘shiga sharoitlar yaxshi bo‘ladi.

Distrof ko‘llar. Torf hosil qiluvchi o‘simliklar bilan qoplangan, chuqur bo‘lmagan ko‘llar. Suv unchalik tiniq emas, gumon moddalar uni qo‘ng‘ir rangga kiritadi, kislorod tanqis, suv reaksiyasi sust kislotali. Ushbu ko‘llar orasida barcha o‘tish bosqichlari mavjud..Bundan tashqari, bitta ko‘l bir turdan ikkinchisiga o‘tishi mumkin.

Antropogen evtrofirlanish jarayoni juda tez, ba’zida qaytarilmas ravishda ekotizimning funksional aloqalarini buzib, suv sifatini pasaytirib, foydali mahsulotdorligini buzadi, ba’zi hollarda ko‘lning tabiiy resurslarining butunlay yo‘q bo‘lishiga olib keladi. Ushbu jarayonning asosiy salbiy oqibatlari – bu planktonli suvo‘tlarining yoppasiga rivojlanishi, yoqimsiz hid va ta‘m paydo

bo'lishi, organik moddalar miqdorining o'sishi, suv tiniqligining pasayishi va suvlarning gullashidir. Organik moddalar bilan to'yingan suvlar saprofit bakteriyalari, shu jumladan kasallik tarqatuvchi saprofitlar va suv zamburug'larining ko'payishini rag'batlantiradi. Ba'zi bir suvo'tlarining, ayniqsa ko'k yashil suvo'tlarning hayot faoliyati natijasida hayvonlar va ba'zi hollarda odamlar kasalliklariga ("gaff" va "sartland" kasalliklari) olib keluvchi toksik ta'sir vujudga keladi.

Yangi hosil bo'lgan organik moddaning oksidlanishi uchun ko'l suvidagi erigan kislorodning sezilarli qismi sarf bo'ladi. Buning natijasida, suvning sifatiga talabgor, qimmatli baliq turlari (losos va boshqalar), suv sifatiga kam ta'sirchan past navli baliqlar bilan siqib chiqariladi.

So'nggi vaqtda yer osti suvlari satxining pasayishi va ular zahiralarning kamayib ketishi kuzatilmoqda. yer osti suvlarini iste'mol qilish tezligi ularning zahiralari to'lishi tezligidan yuqori. Bunday ketishda suvni tortib chiqarish qimmatga tushib ketadi, ammo quduqlar asta-sekin qurib qolishi mumkin. Yog'ingarchilik kam bo'lgan mintaqalarda bu muammo ayniqsa o'tkir, u yerda zahiralarning to'lish tezligi juda past, yer osti suvlariga ehtiyoj esa yer usti suv havzalari etishmovchiligi tufayli baland.

Yer osti suvlarining satxi pasayib ketishi yer usti suvlariga ham ta'sir qiladi. Bilamizki, soylar, daryolar va ko'llar asosan buloqlar hisobiga to'lib turadi, buloqlar esa bu yer osti suvlarining yer ustiga chiqishidir. yer osti suvlarinig satxi pasayishi sari, buloqdan chiqayotgan suvning miqdori ham kamayadi va suv zahirasining satxi buloq chiqishi nuqtasidan tushib ketganda, suv umuman chiqmay qo'yadi. Shunday qilib, ushbu zahiralar satxining pasayishi buloqlar oqimini kamaytiradi va natijada yer usti suvlarini oqimi ham kamayadi, bu jarayonlar yuqorida aytilgan barcha ekologik muammolarni og'irlashtiradi.

Asrlar davomida yer osti suvlari yer qa'rida bo'shliqlarni yuvib kelgan. Ushbu bo'shliqlar suv bilan to'lib turgan paytda, suvning o'zi yuqoridagi yer qatlamlari va jinslarini ushlab turgan. yer osti suvlarining satxi pasayib ketishi

bilan ushbu tirgak ham yo‘qoladi va yer yuzasini asta sekin tushib ketishi, yerning cho‘kishi kuzatilishi mumkin.

Yer osti suvlarining zahiralari kamayib ketishi bilan yana bir muammo vujudga keladi – bu tuzli suvlarning kelishi. Dengiz yaqinidagi hududlarda buloqlar okean sathidan pastroqda joylashgan bo‘lishi mumkin. Quruqlikda yer osti suvlarining satxi okean sathidan balandroq bo‘lar ekan, chuchuk suvning okeanga doimiy oqib turishi uchun kerakli bosim saqlanib turadi. Unga yaqin joylashgan quduqlar ham chuchuk suv beradi. Ammo yer osti suvlari satxining pasayishi yoki ularning yuqori tezlikda iste‘mol qilinishi suv beruvchi gorizontdagi bosimning tushishiga va natijada yer osti suvlariga va quduqlariga okeanning tuzli suvi tushishiga sharoit yaratib beradi.

2.6.2. Suvlarning achishi

Amaliyotda cho‘kmalarning achishi bilan bir vaqtda ko‘l suvlarining ham achishi kuzatilgan. (Bunday holat dastlab keng ko‘lamda Shvetsiya va Norvegiyada, keyinchalik AQSh va Kanadada topilgan). Ko‘l suvlarining achishi sababi, ko‘l maydoniga yog‘ingarchiliklar bilan birga kislotalarning tushishi hamda ularning quruq yutilishi hisoblanadi.

XX asrning 50-yillarigacha Skandinaviyaning barcha ko‘llari neytral yoki ishqoriy muhitga ega edi. Bunda, $\text{pH} < 5,0$ bo‘lgan ko‘llar deyarli yo‘q edi. Shimoliy Evropa mamlakatlarida ko‘l suvlari kimyoviy tarkibini doimiy monitoringi yaqin kunlardan boshlangan. Shuning uchun o‘tgan yuz yillikning 50-60-yillaridagi kislotalilikni o‘zgarish dinamikasini aniqlashning imkoni yo‘q. 1970-yillarda olib borilgan tekshiruvlar suvning kimyoviy tarkibi keskin o‘zgarganligini ko‘rsatdi.

Skandinaviya o‘lkalari, jumladan Norvegiyada kislotali atmosfera yog‘ingarchiliklari natijasida, faqat 1965 yildan 1975 yilgacha bo‘lgan 10 yil ichida bir qator ko‘llarda pH 5,9 dan 5,4 gacha tushib ketgan. Skandinaviyaning ko‘pgina ko‘llarida pH 5,9 dan past. Shvetsiyaning g‘arbida o‘tgan asrning 1950 yillari boshida ko‘llardagi pH 4,9—7,6 atrofida bo‘lgan, oxirgi 10 yillikda esa

ushbu ko'rsatgich 4,1—4,9 gacha tushib ketgan. Kanada va AQShda ko'llarda pH 5—4 gacha kamaygan.

Shvetsiyadagi 85 000 ta yirik ko'llarning 18 000 dan ortig'ida achish muammosi mavjud, shundan 4000 tasida bu muammo ancha chuqur bo'lib, bu ularda yashaydigan gidrobiontlarga tuzalmas ziyon keltirmoqda. Shvetsiyaning janubiy va markaziy hududlaridagi 9000 ta ko'lda yashovchi baliqlarga turli xil salbiy ta'sirlar ularning hayotiy sikllarining buzilishidan to nobud bo'lishiga va hattoki tur sifatida yo'q bo'lib ketishiga olib kelmoqda. Xuddi shunday vaziyat Shimoliy Shvetsiyaning 100dan ortiq ko'llarida ham kuzatiladi.

Ko'l suvlarida erkin vodorod ionlarining va boshqa ionlarning miqdori har doim bir xil emas. Keskin o'zgarish ayniqsa, bahorda erigan qor suvlari sababli sodir bo'ladi. Suv yerga tushgandan so'ng, agar suv unda qor ko'rinishida yaxlasa, keyinchalik u yerda konsentratsiyaning ortishi mumkin. Qor erishi jarayonida ko'proq erigan ionlarning yo'qotilishi sodir bo'ladi, chunki ular muz yuzasiga yig'ilishga intiladi. Bu shuni bildiradiki, erishning erta davrlarida aynan erigan kislota erkinlikka chiqadi. Uning konsentratsiyasi 20 baravar ortishi mumkin. Bahorda, birinchi qor eriganda suv organizmlari va ayniqsa ularning avlodlari uchun bu muhim asorat qoldirishi mumkin. Bu holat «pH-shok» deb nomlanadi.

Atmosferadan tushadigan kislotalardan tashqari, ko'llar achishining jadalligi va omillarini aniqlovchi boshqa asosiy parametr suv yig'adigan maydon va ko'l tubi uchun xarakterli tog' jinslarining kimyoviy tarkibi hisoblanadi. Eng kuchli achishga vulqon tog' jinslari— granitlar, gneyslar, bazaltlar bo'lgan rayonlardagi va suv yig'iladigan maydondagi tuproq qatlami ingichka bo'lgan ko'llar uchraydi. Vulqonda otilib chiqqan tog' jinslari yuqori kimyoviy barqarorligi bilan ajralib turadi va shuning uchun suv yig'iladigan maydon bo'ylab oqadigan suvning kimyoviy tarkibiga sezilarli ta'sir o'tkazmaydi. Ko'l suvlari qumli erlardan achishi holatlari ham kuzatilgan.

2.7. Ichimlik suvi kimyosi

Suv inson uchun eng bebaho ne'matdir. Odam organizmining 60—70 foizi suvdan tashkil topgan (besh oylik embrion uchun -94%). “Suvni hayot uchun

zarur deb bo'lmaydi: u hayotning o'zidir"(Sent-Ekzyuperi). Suv organizm hujayralariga ozuqa moddalari (vitaminlar, mineral tuzlar va bosh.)ni yetkazib beradi va hayot faoliyati chiqindilarini olib ketadi. Organizmga termik barqarorlikni ta'minlash va undagi suvning 15%ini yo'qotmaslik uchun bir kunda kamida 1,5 l suv ichish kerak: aks holda organizmga suvsizlanish xavf soladi.

Bugungi kunda erdagi 99,7% suv muz shaklida yoki tuzli suvdir. Ushbu zahiralardagi chuchuk suv 0,3 foiznigina tashkil etadi. unga ko'l, daryo va yer osti suvlari kiradi. Taajjubki, suv hayot uchun zarur, ammo uning o'zi dunyodagi kasallanishning bosh sababchisidir. Bu xavf mikrobiologik tabiatga ega bo'lishi mumkin: tabiatdagi suvda odamlarda turli kasallik (vabo, ichterlama, gepatit, gastroenterit va bosh.) chaqiruvchi ko'plab mikroorganizmlar yashaydi. Ifloslanish kimyoviy bo'lishi ham mumkin, uning asorati tez namoyon bo'lishi ham, ancha vaqtdan keyin yuzaga kelishi ham mumkin. Suv nafaqat ushbu iflosliklardan tozalangan bo'lishi, balki ta'mi mazzali bo'lishi ham kerak.

2.7.1. Suv manbalari va ob'ektlari muhofazasi hamda holati

Barcha rivojlangan mamlakatlarda suv sifati davlat organlari, jamoatchilik, ommaviy axborot vositalari va aholi keng qatlamining asosiy diqqat-e'tiborida turadi. Mamlakatdagi ekologik holat nafaqat milliy chegaralari ichida atrof muhitining ifloslanish darajalariga, balki qo'shni davlatlarning tabiatni muhofaza qilishga munosabatlariga ham bog'liqdir. Bugungi kunda ko'pgina xukumatlar atrof-muhit muhofazasi bo'yicha o'z siyosatlarini ekologik muammolarning yechimida mustahkam xalqaro hamkorlikni o'rnatish tamoyillari asosida qurmoqdalar.

1992 yil Rio-de-Janeyro (Braziliya)da bo'lib o'tgan BMTning atrof muhit va rivojlanish muhofazasiga bag'ishlangan Konferensiyasida yig'ilgan 178 ta davlat va 30 ta xalqaro tashkilot vakillarining umumiy fikrlari, uning deklaratsiyasida xalqaro hamkorlik atrof muhitni maksimal saqlagan xolda, bugungi va kelajak avlodlarning extiyojini qondirishni inobatga olib rivojlanishning yangi modeliga o'tishi zarurligida ifodalangan.

Suv muhitiga asriy ziyonni odamlarning o'zi keltiradi. Ko'p mamlakatlar suvning ifloslanishidan aziyat chekadi. Suvning sifatiga nafaqat sanoat chiqindilari, dala oqavalari, avariya va falokatlar natijasida neft mahsulotlarining to'kilishi, balki atrof muhit iflosligiga yetarlicha e'tibor berilmagan o'tmishdan qolgan meros ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. XX asr so'ngida dunyoning yirik shaharlari, shu jumladan Toshkent shahrimiz ham suv ta'minoti va kanalizatsiya kommunal tizimlariga ega edi.

Markaziy Osiyo Dunyo okeani bilan bog'lanmagan berk havza bo'lib, yer yuzida suv etishmaydigan qurg'oqchil zona hisoblanadi. Markaziy Osiyoning tekislik qismida bug'lanish yillik yog'in miqdoridan ko'p va suv oltinga teng deb baholanadi. Markaziy Osiyoning yer usti va yer osti suv resurslari cheklangan va oqilona foydalanishni talab qiladi. Ikki asosiy daryo: Sirdaryo va Amudaryoning suvlari deyarli to'liq o'zlashtirilgan va yer osti suvlari ham tobora ko'proq ishlatilmoqda. Suvlarning ifloslanishi muammosi ichimlik suvlarining etishmasligini yanada keskinlashtirdi. Daryolar suvining sug'orishga ko'plab ishlatilishi Orol dengizining qurishiga sabab bo'lmoqda.

O'zbekiston Respublikasi yirik sug'oriladigan dehqonchilik hududlaridan biri hisoblanadi. Suv resurslari O'zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasining rivojlanishini belgilovchi eng muhim omil hisoblanadi. Qadimda bu katta hududda mehnat va mo'l suv talab qiladigan ekinlar-paxta, sholi etishtirib kelingan. O'zbekiston erlari asosan Amudaryo, Sirdaryo, Zarafshon, Qashqadaryo, Surxondaryo, Chirchiq va Oxangaron daryolari suvlari bilan sug'oriladi. Daryolar suv oqimini tartibga solish uchun respublikada 50 dan ortiq suv omborlari qurilgan.

Suvlardan isrofgarchilik bilan foydalanish natijasida sug'oriladigan maydonlar 4,2 mln. gektarga etganida mavjud ishlatiladigan suv zahiralarning tugashi kuzatiladi. Respublikada yer osti suvlarining 95 ta konlari mavjud bo'lib, hozirda yer osti suvlari imkoniyatining 52 foizi ishlatilmoqda.

Suv resurslari qurg'oqchil O'zbekistonda hayotiy muhim ahamiyatga ega. O'zbekistondagi Chirchiq va Oxangarondan tashqari barcha daryolar

transchegaraviy hisoblanadi. O‘zbekistonda ehtiyojlar uchun ishlatiladigan suvning 8 foizi mamlakat hududida, 92 foizi qo‘shni mamlakatlar hududida shakllanadi. Daryolarning oqimi davlatlararo kelishuvga ko‘ra o‘zaro taqsimlanadi.

2.7.2. O‘zbekiston Respublikasi suv resurslarining xalq xo‘jaligidagi ahamiyati va uni muhofaza qilish.

O‘zbekiston Respublikasi suv resurslarining asosiy yer ustki oqar manbalari Amudaryo va Sirdaryo daryolarining havzalari bo‘lib, ularning jami ko‘p yillik oqimi 115,6 km³ ni tashkil qiladi, ulardan Amudaryo havzasida 78,5 km³, Sirdaryo havzasida esa - 37,1 km³ oqim vujudga keladi.

O‘zbekistonning suv resurslari Orol dengizi havzasi ega bo‘lgan umumiy suv resurslarining faqat bir qisminigina tashkil qiladi, xolos. Bu havzaga Markaziy Osiyoning eng yirik daryolari: Orol dengiziga quyiladigan yer usti oqimining asosiy manbai bo‘lgan Amudaryo va Sirdaryo, gidrografik jihatdan shu havzaga moyil bo‘lgan va Orol pasttekisligi hududida joylashgan boshqa daryolar ham kiradi. Bevosita O‘zbekiston hududida vujudga keladigan suv resurslarining ulushi Amudaryo havzasi bo‘yicha 6 foizni, Sirdaryo havzasi bo‘yicha 16 foizni, respublika bo‘yicha jami oqimning taxminan 8 foizini tashkil qiladi. O‘rta Osiyoning yuza suvlari resurslari o‘lkaning iqlim va orografik xususiyatlariga bog‘liq holda g‘oyat notekis taqsimlangan. Uning deyarli uchdan ikki qismini egallab yotgan bepoyon tekisliklarida oqar suvlar juda kam uchraydi. Tog‘lardan bu erlarga oqib tushadigan ko‘pchilik daryolarga, to ularning quyilish joylariga qadar, bironta ham irmoq kelib qo‘shilmaydi.

Markaziy Osiyoda suv resurslaridan foydalanish masalalari muammosini bartaraf etishda, mintaqa davlatlari uchun Evropa mamlakatlari tajribasidan foydalanish maqsadga muvofiq. Hususan, Evropada transchegaraviy daryolar suv resurslaridan oqilona foydalanishning aniq mexanizmi ishlab chiqilgan va yo‘lga qo‘yilgan.

Orol dengizi qurib borishi natijasida mintaqada ekologik muammolar kelib chiqishiga transchegaraviy daryolar bo‘lgan Amudaryo va Sirdaryoning suv-energetika resurslaridan oqilona foydalanilmagani sabab bo‘lgan. Tojikiston va

Qirg'iziston hududida yangi gidroelektrostansiyalarning barpo etilishi Markaziy Osiyo mintaqasidagi suv resurslarini taqsimlash bilan bog'liq bo'lgan murakkab vaziyatni yanada murakkablashtiradi.

Shuningdek, seysmik faol hududdan o'tuvchi transchegaraviy daryolarda yangi gidroinshootlarning qurilishidek muhim masala mustaqil xalqaro ekspertizadan o'tkazilib, BMTning tegishli organlari tomonidan jiddiy nazoratga olinmog'i lozim. Aks holda, Markaziy Osiyo mamlakatlari o'rtasida davlatlararo bitimlar bilan mustahkamlangan transchegaraviy daryolarning suv resurslaridan birgalikda foydalanish tamoyillarining bir tomonlama buzilishi, mintqa davlatlarining suv xo'jaligi va energetika sohalariga, ularning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi va siyosiy barqarorligiga tahdid soluvchi ko'plab salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.

O'lkamiz tog'larida sertarmoq daryolar, katta – kichik soy va jilg'alar juda ko'p. Tog'larni o'rab olgan tog'oldi tekisliklarida ancha zich bo'lgan sun'iy gidrografik tarmoqlar mavjud. Ular daryolar, soylar va buloqlardan suv olib, tevarak – atrofdagi erlarga tarqalib ketuvchi irrigatsiya kanallaridan, ariqlardan va shuningdek, zovur hamda kollektorlardan iborat.

Afsuski, hozir ham, ya'ni XXI asrning ikkinchi o'n yilligida biz oqavalar bilan ifloslangan toza suvni emas, balki toza suv bilan aralashgan oqavalarni ichyapmiz.

2.7.3. Suv muhitini muhofaza qilishga oid qonunchilik

Biz hozir ekologik deb nomlayotgan qonunlar suvni muhofaza qilish haqidagi qonunlaridan boshlangan. Suvni muhofaza qilish muammosi millat darajasidan chiqib ketgan bo'lib, uni faqat xalqaro hamkorlik yo'li bilan samarali echish mumkin. Hozirgi vaqtda xalqaro hamjamiyat atrof muhit muhofazasi bo'yicha keskin choralarni ko'rmoqda, atrof muhit muammolari bo'yicha BMT konferensiyalarida atrof muhitni muhofaza qilishga katta e'tibor berilmoqda. (Stokgolm, 1972 y.; Rio-de-Janeyro, 1992 y.).

Mamlakatimizda atrof muhitni muhofaza qilish bo'yicha qator qonunlar qabul qilingan. O'zbekiston Respublikasida suvdan foydalanish maxsus "Suv va

suvdan foydalanish to'g'risida"gi Qonun (1993y. 6-may) asosida amalga oshiriladi. Ushbu qonunni takomillashtirish, suvdan foydalanish to'g'risida qo'shimcha qonunlar, birinchi navbatda «Ichimlik suv to'g'risida»gi qonun qabul qilinishi zarurdir. Suvlardan oqilona foydalanish va suv havzalarini ifloslanishdan saqlashni ta'minlashda keng jamoatchilikning ishtiroki, ekologik ta'lim va tarbiyani rivojlantirishning ahamiyati kattadir.

Ichish uchun yaroqli bo'lgan, aholi ehtiyoji uchun etkazib beriladigan, reglamentdagi sifat mezonlariga javob beradigan suv ichimlik suvi hisoblanadi. Suv standartlarga mos kelmagan hollarda uni tozalanadi yoki zararsizlantiriladi. Suvni tozalash - uni muallaq moddalardan, loyqalik, unga xos bo'lmagan rangdan, maza va hiddan, ortiqcha tuz va gazlardan xalos etishdir. Suvni tozalash va zararsizlantirish turli texnik va kimyoviy vositalar yordamida olib boriladi.

Buloq suvi - bu yer ostida hosil bo'ladigan, ichishga yaroqli yoki tegishli ishlov berilgandan so'ng ichimlik suvi bo'ladigan suvdur. Mineral suv - bu u yoki bu mikroelementlar va mineral tuzlari borligi tufayli davolash xususiyatlarini namoyon etadigan suvlardir. Mineral suvlarning xususiyatlari organizmni salomatligini saqlashga va ba'zi bir kasalliklarni davolashga imkon beradi. Gazlangan suv - uglerod qo'sh oksidi bilan to'yintirilgan ichimlik suvidir. Gazlangan suv mazzali bo'lsa ham, lekin uning organizm uchun foydasi kamroqdir.

Suvning asosiy xususiyatlaridan biri- oxakli jinslar orqali o'zining aylanma harakatini o'tayotganda mineral moddalar, kalsiy, magniy va karbonat birikmalarini eritish qobiliyatini namoyon etishidir. Qattiq suvlarda kalsiy va magniy tuzlarining miqdori ko'p bo'ladi. Qattiq suvni ichish mazzali, lekin u qaynatilganida o'zidan quyqa qoldiradi, mahsulotlarni pishirish vaqtini uzaytiradi, buyraklarning peshob-tosh kasalliklarini keltirib chiqaradi. Suvning ifloslanishi - bu suvga uni odamlar tomonidan iste'mol qilinishi uchun yaroqsiz holga keltiruvchi elementlarning tushishidir. Ushbu hodisa suvning aylanma harakatining barcha bosqichlarida bo'lishi mumkin (suv atmosferada bulutlar shaklida bo'lganida ham ifloslanishi mumkin). Ifloslanishning kelib chiqishi kommunal

xo'jalik (kanalizatsiya), sanoat, qishloq xo'jaligi bilan bog'liq bo'lishi va hattoki tabiiy xususiyatga ega bo'lishi mumkin.

Xo'jalik-ichimlik suv ta'minoti uchun chuqur yer osti suvlari (artezian, plastlararo) eng yaroqli deb hisoblanadi. Ular o'zining tiniqligi, organik qo'shimchalar yo'qligi, haroratining doimiyligi bilan ajralib turadi, ammo ularning sifati (kimyoviy tarkibi) suv o'tayotgan yer osti jinslariga bog'liq. Deyarli barcha tabiiy suvlar tozalash va zararsizlantirishni talab etadi. Tabiatda mavjud suvlar hech qachon top-toza bo'lmaydi. Unda erigan mineral tuzlar, gazlar, tirik organizmlar bo'ladi. Faqat kimyoviy toza suv ta'm, rang va hidga ega bo'lmaydi. Inson foydalanadigan suvning ta'mi, hidi va tashqi ko'rinishi yoqimli bo'lishi, inson salomatligiga zararli ta'sir etmasligi va kasalliklarning tarqalishiga sababchi bo'lmasligi kerak. Ichimlik suvi salqin, tetiklashtiruvchi bo'lishi, qattiq bo'lmasligi va kuchli minerallashtirilmagan bo'lishi kerak.

Suvning hidi undagi organik moddalar va ularning parchalanishi jarayonlari tufayli paydo bo'ladi. Sanoat tumanlarida suvning hidi sanoat oqava suvlari sababli bo'lishi mumkin. Chuqur erosti suvlari vodorod sulfidi yoki ammiak hidiga ega bo'lishlari mumkin.

Suvning ta'mi uning mineral tarkibiga, unda organik moddalar mavjudligi va ularni parchalanish jadalligiga, harorati va atmosfera havosi gazlari mavjudligiga bog'liq. Masalan, sulfatlar miqdorining ko'pligi suvga achchiq, xloridlar ko'pligi sho'r ta'm beradi, temir tuzlari va marganets bo'lgan suvlardan temir ta'mi keladi. Suv 7—11°C haroratda eng yuqori tetiklashtiruvchi ta'sirga ega. Suv harorati 15°C dan oshganida uning ta'mli xususiyatlari pasayadi va u chanqoqni yomon qoldiradi.

Suvning tiniqligi undagi organik va noorganik kelib chiqqan muallaq tuproq zarrachalarining miqdori va xarakteriga bog'liq. yer usti suvlari yetarlicha tiniq emasligining sababi ularning oqava suvlar bilan ifloslanishidir.

Suvning sifati sezilarli darajada, undagi erigan tuzlarning xossalari va miqdoriga bog'liq. Suvning minerallasuvi darajasi uning qattiqligini belgilaydi. Suvning qattiqligi uni sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qattiq suvlar yaxshi

ko'pirmaydi, bunday suvlar siyox mazasiga ega bo'ladi. Agar u qaynatilsa, idishda oxakli quyqa qoladi. Qattiqligi yuqori bo'lgan suvni doimiy iste'mol qilish organizmda tuzlarning to'planishiga va natijada bo'g'imlar kasalliklariga (artritlar va poliartritlar), buyraklar, o't pufagi va siydik pufagida toshlar paydo bo'lishiga olib keladi.

Ichimlik suvi tarkibida temirning miqdori 0,3 mg/ldan oshmasligi lozim. Suvda katta miqdordagi kalsiy va magniy tuzlaridan tashqari unda kichikroq miqdorlarda bir qator mikroelementlar (yod, ftor) ham mavjuddir. SHu bilan birga suv tarkibida inson salomatligi uchun zararli, qattiq me'yorlanishi talab etiladigan boshqa mikroelementlar ham mavjud: suv quvuri suvidagi qo'rg'oshinning miqdori —0,1 mg/l dan; margimushning miqdori — 0,05 mg/l dan; misning miqdori— 3 mg/l dan; ruxning miqdori —5 mg/l dan ortmasligi kerak. Agar hayot uchun eng zarur narsalarning ro'yhati tuzilsa, albatta uni suv boshlab beradi. Usiz hech qanday hayot bo'lishi mumkin emas. Odam tanasining har 4,5 kg vazniga 3 kg (l) suv to'g'ri keladi. Har bir tirik jonzodning hayot faoliyatini qo'llab turish uchun suv kerakligining asosiy sababi, bu barcha tirik jonzodlar tashkil topgan muhim elementlar - tirik hujayralar tarkibida albatta suv molekulalarini borligidir. Hayot jarayonlari organizmdagi suvning doimiy qayta taqsimlanishi va joyidan ko'chishi bilan bog'liq.

Suv iste'mol qilayotganda inson organizmi unda erigan mineral moddalarni ham iste'mol qiladi. Suv inson organizmiga turli moddalarni (ham foydali, ham zararli) olib kirishi mumkin. Kun davomida etuk yoshdagi odam 2l atrofida suvni ichimlik ko'rinishida va 1l ni "qattiq ovqat": mevalar, sabzavotlar, non, go'sht va boshqalar, tarkibida 30-90% suvga ega bo'lgan quruq mahsulotlar sifatida iste'mol qiladi. Insonning optimal holati uchun yozning issiq va qishning sovuq kunlarida har kuni 10 stakanga yaqin suvni, bahorda 8 stakanga yaqin suvni ichishi tavsiya etiladi. Xomilador ayollar kuniga 50% dan ko'p suv ichishlari kerak. Sport bilan faol shug'ullanadigan kishilarga har yarim soat mashq davomida qo'shimcha 1 stakan suv ichish tavsiya etiladi.

Nazorat savollari

1. Yer gidrosferasi deganda nima tushuniladi?
2. Gidrosferaning qanday muammolarini global deb hisoblaysiz? Nimaga?
3. Gidrosferaning iqlimga ta'siri suvning qanday anomal xususiyatlari bilan bog'liq?
4. Suvdagi zarrachalar konsentratsiyasini promill birligida qanday ifodalash mumkin?
5. Gidrosferada suv qanday ko'rinishda bo'lishi mumkin?
6. Tabiiy suvlarning qanday tasniflarini bilasiz?
7. Atmosfera yog'inlarida qanday ionlar va qancha miqdorda bo'lishi mumkin: a) okean qirg'og'ida; b) jadal vulqon faoliyatili hududlarda?
8. Yer osti, artezian va daryo suvlarini farqli belgilarini aytib bering.
9. Tabiiy suvlarda mavjud qanday anionlar va kationlar asosiy deyiladi? Nima uchun?
10. Yer osti suvlariga asosiy ionlar tushishining qanday tabiiy manbalarini bilasiz?
11. Qanday va nima uchun tabiiy suvlar minerallashuvi haqidagi ma'lumotlarga ko'ra ularning ion tarkibini bilish mumkin?
12. Nima uchun daryoda suvning kimyoviy tarkibi o'zgarishi, ularning oqimi bo'ylab sodir bo'ladi?
13. Tabiiy suvlarning «agressivligi» bu nima?
14. Erish jarayonida eruvchanlik va muvozanat konstantasi ko'paytmasi qiymatlari o'zaro qanday bog'langan?
15. Erish jarayonidagi muvozanat konstantasini baholashda tabiiy tizimlarni xarakterlovchi qanday omillarni e'tiborga olish kerak?
16. Suvning qattiqligi bu nima va u qanday birliklarda o'lchanadi?
17. Tabiiy suvlar qattiqlik qiymatiga ko'ra qanday tasniflanadi? Sizing joyingizdagi tabiiy suvning qattiqligi qanday?
18. Okeanda suvning karbonat kalsiyga to'yinish darajasi bilan bog'liq qanday zonalar ajratiladi?

19. Karbonatli jinslar va uglerod dioksidi, havodagi SO₂ ning parsial bosimi bilan muvozanatda turgan tabiiy suvlardagi kalsiy ionlarining miqdori qanday bog‘langan?

20. Tabiiy suv havzalari stratifikatsiyasi bu nima? Suv havzalari stratifikatsiyasi qanday sabablar bilan bog‘langan bo‘lishi mumkin?

21. Stratifikatsiya davrida oligotrof va evtrof suv havzalari nima bilan farq qiladi?

22. Nima uchun evtrof suv havzalarida suv almashinish davri baliqlar hayoti uchun eng xavfli hisoblanadi?

23. Ochiq okean suvida chuqurlik ortishiga qarab kislorodning miqdori qanday o‘zgaradi?

24. Yer osti suvlaridagi oksidlanish qaytarilish jarayonlarining asosiy xususiyatlari qaysilar?

25. Kimyoviy elementlarning suvdagi migratsiya jadalligi qanday xarakterlanadi?

26. Suv resurslari O‘zbekistonda qanday muhim ahamiyatga ega?

27. Orol dengizi qurib borishi natijasida mintaqada ekologik muammolar kelib chiqishiga nimalar sabab bo‘lgan?

28. O‘zbekiston Respublikasida suv to‘g‘risida Qonun qachon qabul qilingan?

29. Qanday suv ichimlik suvi hisoblanadi?

30. Xo‘jalik-ichimlik suv ta‘minoti uchun qanday suvlar eng yaroqli deb hisoblanadi?

3 -BOB

ATMOSFERA KIMYOSI

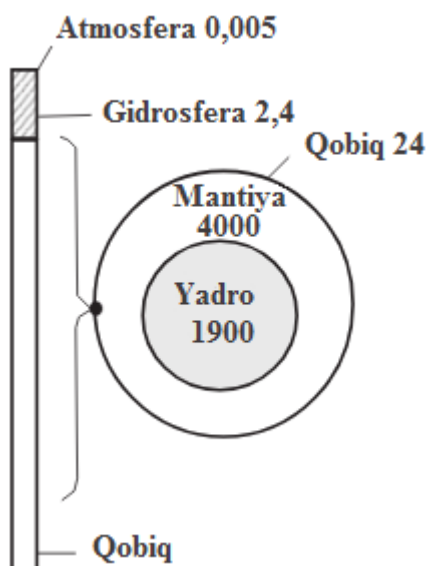
Talaba fanni o‘zlashtirgandan so‘ng:

— “Yer atmosferasi” tushunchasi, uning asosiy komponentlari va ifloslanish manbalarini **bilishi**;

— Atmosfera haroratini dengiz satxi balandaligiga bog‘liqligini aniqlashni **bajara olishi**;

— Atmosferaga parnik gazlari tushishini cheklovchi asosiy xalqaro qonunchilik bilimlariga **ega bo‘lishi kerak**.

So‘nggi 20 yilda atmosfera kimyosi butun yer yuzi aholisini tashvishga sola boshladi. Atmosferada sodir bo‘layotgan o‘zgarishlar siyosiy arboblarni ham xavotirga solib qo‘ydi. Stokgolm, Monreal, London va Rio-de-Janeyrodagi davlat rahbarlarning uchrashuvlari atmosferaning taqdiriga bag‘ishlandi. Ozon qatlamini masofali o‘lchashda olingan ozon tuynugining va boshqa ekologik halokatlarning rangli suratlari televidenie orqali namoyish etildi.



3.1-rasm. Yerning asosiy rezervuarlari massalarining nisbati

(10^{24} g- o‘lchov birlikda)

Bunday qiziqish qaerdan paydo bo‘ldi? Gap shundaki, atmosfera yerning geologik rezervuarlaridan eng kichigidir. (3.1- rasm). Aynan atmosferaning cheklangan o‘lchamlari uni ifloslanishga ta’sirchanligini nihoyatda oshiradi.

Zararli moddalarning atmosferaga hattoki kichik miqdorda kiritilishi ham unda kuchli o'zgarishlar sodir bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Ta'kidlash joizki, atmosferaning aralashish vaqti juda kichik. Yirik halokatlarda, masalan, 1986 yildagi Chernobildagi atom reaktorini falokati natijasidagi tashlamalar butun yer shari bo'ylab juda tez tarqalib ketadi.

Ifloslantiruvchilarning aralashib ketishi, katta maydonlarga tarqalgani holda, bir vaqtning o'zida ularning kuchini ham kamaytiradi. Bundan farqli o'laroq, ifloslantiruvchilarni okeanda tarqalishi ancha sekinroq boradi, yerning boshqa rezervuarlarida esa bu jarayon million yillarga teng geologik vaqt davrlarida sodir bo'ladi.

3.1. Atmosferaning tarkibi

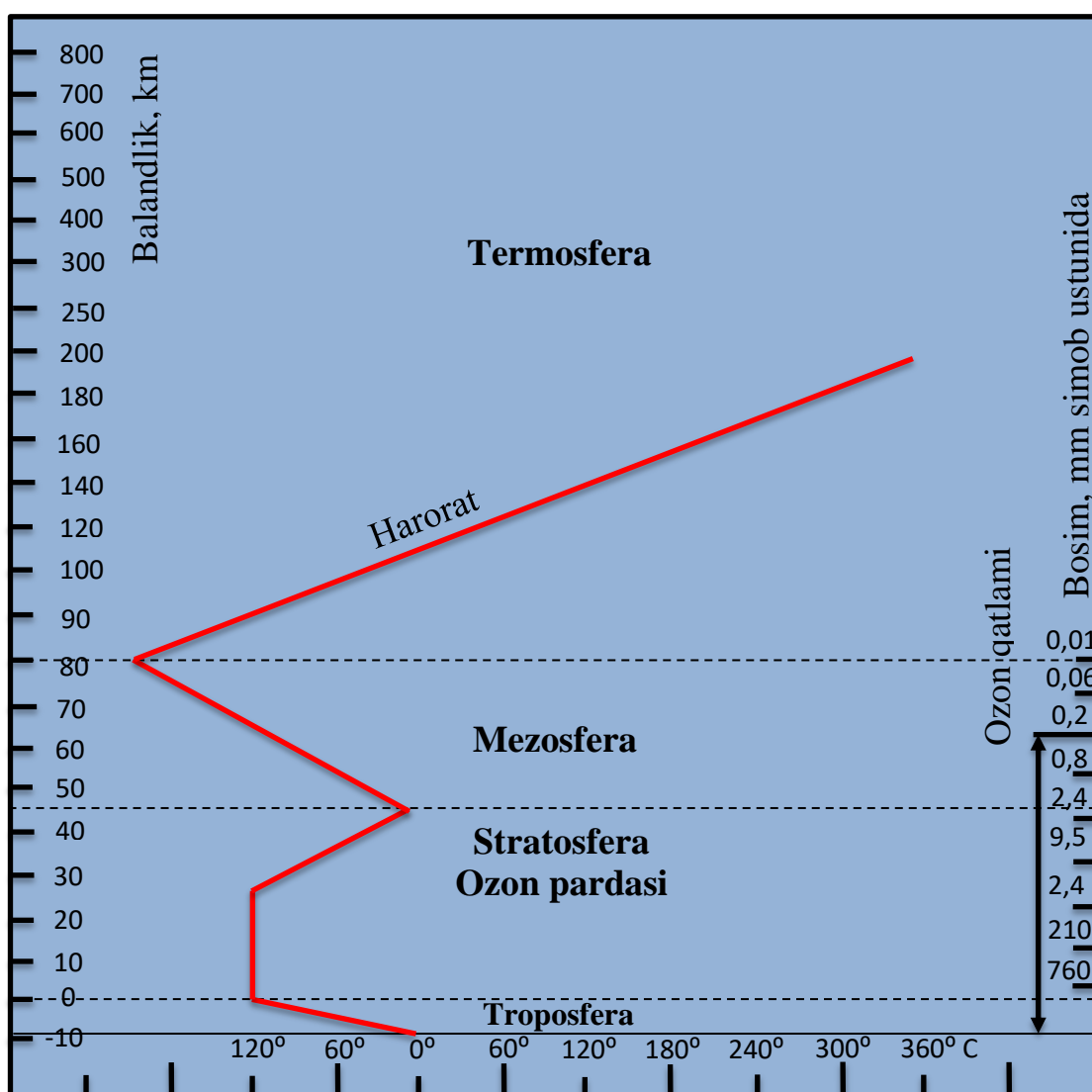
Atmosferada aralashish darajasi yuqori bo'lganligi sababli, uning umumiy tarkibi butun yer bo'ylab deyarli bir xil.

Yerdagi deyarli butun energiyaning manbai Quyoshdir. 1 daqiqada atmosfera tashqi yuzasidagi 1 sm² maydonga quyosh nurlariga perpendikulyar bo'lgan quyoshning doimiy to'liq radiatsiya oqimi 8,2 Dj/(sm²•daq) ga teng. Quyosh energiyasining asosiy miqdori qisqa to'lqinli radiatsiya ko'rinishida yerga keladi. Eng yuqori jadallik 470 nm bo'lgan to'lqin uzunligidagi spektrning ko'rinadigan qismiga keladi. yer atmosferasi 320-400 nm diapazonida bo'lgan UB radiatsiyasi uchun ochiqdir. Ushbu spetral diapazondagi radiatsiya quruqlik va okean yuzasi tomonidan yutilib, ularni qizitadi va o'z o'rnida infraqizil diapazonda nurlanadi.

Chiqish nurlanishining jadalligi Stefan — Bolsmaning absolyut qora tana uchun qonuni bilan aniqlanadi: $I = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$. Ushbu nurlanishning bir qismi havo bilan yutiladi, natijada issiq havo ko'tarilishi-konveksiya sodir bo'ladi. Ko'tarilish sari uning harorati tushib boradi, demak haroratning balandlik gradienti manfiy.

Darhaqiqat, troposferada balandlikka ko'tarilish bilan haroart pasayadi. (3.2-rasm). Quyosh nurlari tushishi burchagiga bog'liq yer yuzasi qizishining bir tekis

emasligi yuqori keng (qutbli) va ekvatorial oblastlar o'rtasidagi harorat gradientiga asosiy sababchi bo'lmoqda. Bunday gradientning mavjudligi, shuningdek yerning o'z o'qi atrofida aylanishi atmosferaning sirkulyasiyasi – havo oqimlarining murakkab tizimi sababchisidir. Ularning ba'zi birlari nisbatan barqaror bo'lsa, boshqalari doimo o'z yo'nalishlarini o'zgartiradi. yer iqlim tizimining shakllanishida sirkulyatsion jarayonlarning roli juda katta: ular sababli turli zonadagi haroratlar farqi tekislanadi, okean suv bug'larini kontinentlarga uzatiladi va havoning asosiy komponentlar tarkibi o'rtalashadi.



3.2-rasm. Atmosfera vertikal tuzilishi hamda harorat va bosimning tegishli o'zgarishlari

Gorizontal yo'nalishdagi aralashish yerning aylanishi bilan, vertikal esa asosan quyosh nurlaridan keladigan yer yuzasining qizishi bilan bog'liq.

Okeanlardagi aralashish tezligi ancha kam, ammo uning doimiy umumiy tarkibini ta'minlash uchun etarlidir. Biroq, atmosferaning ba'zi qismlari unchalik bir xil emas va ularda umumiy tarkibning muhim o'zgarishlari kuzatiladi.

Atmosferaning troposfera deb nomlanadigan quyi qismi konveksiya tufayli yaxshi aralashgan bo'ladi. Konveksiyani eng ko'rinarli harakatlantiruvchi kuchi - bu momaqaldir. Troposferaga harorat yuqoridan beriladi: quyosh energiyasi yer yuzasini qizdiradi, so'ngra u bevosita unga tutashgan havoni qizdiradi, natijada konveksion aralashish kelib chiqadi. yer yuzasi bilan kontaktda bo'lgan issiq havo engil va ko'tarilishga moyil bo'lganligi tufayli bu holat sodir bo'ladi. Ammo, 15—25 km ko'tarilganda kislorod va ozonning ultrabinafsha nurlarini yutishi hisobiga atmosfera qiziydi.

Balandlikda atmosferaning isishi uning yuqori qismining vertikal aralashishga barqarorligi kattaligidandir, chunki uning asos qismidagi og'ir sovuq havo ko'tarila olmaydi. Atmosferaning ushbu qismi ikkita alohida havo qatlamiga ega bo'lib, shuning uchun stratosfera deyiladi. Hammaga ma'lum bo'lgan ozon qatlami ushbu balandlikda hosil bo'ladi. Bunday barqarorlikka qaramasdan, atmosferaning yuqoriroq qatlamlariga nisbatan stratosfera yaxshiroq aralashgan. Ozon stratosferaning barcha qatlamida mavjud, ammo uning eng yuqori konsentratsiyasi mavsumga va geografik kenglikka bog'liq ravishda 20—40 km yuqorida kuzatiladi. Ozon yemirilishida issiqlik energiyasining ajralishi harorat inversiyasi deb nomlanadigan yuqori gradient belgisining o'zgarishiga olib keladi.

3.2- rasmdagi harorat va bosimning tegishli o'zgarishiga e'tibor bering. Geterosfera balandligiga bog'liq ravishda gazlar konsentratsiyasi va yuqori balandlikda esa engil gazlar (vodorod va geliy) ishtirok etadi. Mezosferada ozon va suv bug'lari konsentratsiyasi juda kam, shuning uchun undagi harorat troposfera va stratosferaga qaraganda pastdir. Termosferada haroratning ortishi (1000 kmgacha balandlikda) kislorod va azot molekullari quyosh radiatsiyasining qattiq qismini (129 nm dan kam to'lqin uzunlikda) yutishi bilan bog'liq. Stratosfera kabi, termosferadagi harorat inversiyasi konvektiv oqimlar rivojlanishiga qarshi chiqib, natijada atmosferaning ushbu qatlamlarini sovushiga olib keladi. 120 km

dan balandda turbulent aralashuv shunday bo‘shki, bu yerda gazning alohida molekulalari gravitatsiya ta’sirida bo‘linib ketishi mumkin.

3.2-rasmda atmosferaning turli qatlamlari tasvirlangan. Uning gravitatsiya ta’sir qiluvchi qismi, odatda o‘zgaruvchan tarkibi tufayli **geterosfera** deb nomlanadi. Undan pastroqda joylashgan, atmosferaning nisbatan yaxshi aralashgan qismi **gomosfera** deyiladi. Ushbu ikkita qismning orasidagi chegara **Turbopauza** deb ataladi. Geterosfera shunday balandlikda joylashganki (bir necha yuz km), u yerda bosim juda pasayib ketadi.

Atmosfera uchun xarakterli bo‘lgan gazlar aralashmasi Daltonning parsial bosim qonuniga bo‘ysunadi. Bu qonundan atmosferadagi alohida gazlarning bosimi umumiy bosim bilan bir xil tezlikda pasayishi kelib chiqadi:

$$P_z = P_0 \cdot e^{\left(-\frac{z}{H}\right)} \quad (3.1)$$

Bu yerda R_z — z balandlikdagi bosim; R_0 — yer yuzasidagi bosim; H — balandlik va u bilan birga bosimning pasayish tezligi (quyi troposferada 8,4 km ga yaqin).

Atmosferaning quyi qismida bosim shunchalik tez pasayadiki, 5,8 km balandlikda yer yuzasidagi o‘z qiymatining 50% iga tushadi. Bosimning tushishi tog‘larga ko‘tarilishda o‘zlarini yomon his qiluvchi odamlarga salbiy ta’sir qiladi.

Troposferadagi deyarli 90% atmosfera gazlari 3.1 tenglamasiga mos keladi, qolgan gazlar esa asosan strotosferada joylashgan.

Atmosferaning yuqori qismi ifloslovchilarga ko‘proq ta’sirchandir. Strotosferada gazlar shunchalik kamki, ifloslantiruvchilarning izlari ham unga sezilarli ta’sir o‘tkazadi.

Disperslanishiga va erishiga xalaqit beruvchi chegaralangan vertikal aralashish natijasida ifloslantiruvchilar atmosferaning yaxshi ajratilgan qatlamlarida bo‘ladi.

Atmosferaning turli qatlamlarida sodir bo‘ladigan barcha jarayonlar yer yuzasidagi atmosfera havosining tarkibiga ta’sir qiladi. (3.1-jadval)

Jadvalda keltirilgan belgilar hajmlar nisbati asosida keltirilgan: 1 ppm — 1 sm³ modda 10⁶ sm³ havoda mavjud. Bundan tashqari, moddaning har bir molekulasiga bir million havo molekulari to‘g‘ri kelishi yoki million mol havoda bir mol modda mavjudligi tahmin qilinadi. SHunday qilib, ppm birligi molyar nisbatning bir turidir. U bosim bilan parsial bosim qonuniga ko‘ra bevosita bog‘liq bo‘lishi mumkin. 1 atm bosimda, 1 ppm konsentratsiyadagi gaz 10⁻⁶ atm bosimga ega.

3.1-jadval

Yer yuzasidagi quruq atmosfera havosining kimyoviy tarkibi

Gaz	Hajmiy konsentratsiya		Molekulyar og‘irlik
	%	ppm	
Azot	78.084	—	28,0134
Kislorod	20,9476	—	31,9988
Argon	0,934	—	39,948
Uglerod (IV) oksidi	0,0314	314	44,0099
Neon	0,001818	18,18	20,179
Geliy	0,000524	5,24	4,0026
Metan	0,0007	1,7	16,0430
Kripton	0,000114	1.14	83,80
Vodorod	0.00005	0.5	2.0159
Azot (II) oksidi	0.0005	5.0	44,0128
Azot (IV) oksidi	0-0,000002	0-0.02	46,0055
Ksenon	0,0000087	0,087	131,30
Ozon: yozda qishda	0-0.000007 0-0,00002	0,2	48,0000 47,9982
Ammiak	$1 \cdot 10^{-7} < 0,0000001$	<0.001	17,0306
Uglerod (II) oksidi (shaharlar havosida)	0-0.000008	0-0,08	28,0159
Suv bug‘i:			18,0160
Antarktidada tropiklarda	0.00002 3,0	0,2 -	

Ma'lumki, atmosfera eng avvalo azot, kislorod va oz miqdorda argondan tashkil topgan (3.1-jadvalga qarang). Suv (bugʻ) ham muhim gaz hisoblanadi, lekin uning miqdori keskin oʻzgarib turadi. Atmosferada suv konsentratsiyasi haroratga bogʻliqdir. Uglarod dioksidi boshqa koʻpgina inert boʻlgan mikrokomponent gazlarga nisbatan ancha katta konsentratsiyaga ega. Suv va CO₂ dan farqli oʻlaroq atmosferadagi koʻpchilik gazlarning konsentratsiyasi deyarli oʻzgarmaydi. Atmosferani oʻrganuvchi kimyogarlar ushbu muhim inert gazlar ahamiyatini ham pasaytirmasdan, reaksiya qobiliyatli iz qoldiruvchi gazlarga koʻproq eʼtibor qaratadilar. Xuddi shunday, dengiz suvlarini oʻrganuvchi kimyogarlar ham oʻz qiziqishlarini dengiz suvining oʻziga emas, balki uning komponentlariga qaratadilar.

Atmosferaning murakkab termik tuzilishini fransuz geofizigi Teyseran de Boru (1899) aniqlagan. U 15 km balandlikka meteorologik zond uchirib, atmosferada havo harorati oʻzgarishini aniqlagan.

Atmosferaning kimyoviy tuzilishi va tarkibini dunyo ilmiga ulkan xissa qoʻshgan koʻplab olimlar oʻrgangan. Ularning ichida A. Lavuazeni alohida ajratish mumkin, u atmosferaning asosiy komponentlar tarkibini aniqlagan va havoning koʻp komponentli tarkibi haqida fikr bildirgan. U. Ramzay 1894—1896 yillarda havo tarkibida inert gazlar mavjudligini aniqlagan. Bu olamshumul kashfiyot D. I. Mendeleevning elementlar davriy sistemasiga mukammal shakl berdi. E. Torrichelli (1643 yil) barometr kashf etgandan keyin biroz vaqt oʻtib, yuqoriga koʻtarilgan sari atmosfera bosimining pasayib ketishi B. Paskal (1648 yil) tomonidan aniqlandi, buni Floren Pere tajriba yoʻli bilan amaliy tasdiqladi. Troposferada haroratning vertikal gradienti va uning qiymatlarini aniqlash Dj. Daltonga tegishli. Keyinchalik atmosfera asosiy zonalari yanada aniq chegaralandi va ularning haroratlari oʻlchandi (3.2-jadval).

Tabiiy manbalar. Atmosfera global koʻlamda muvozanat holatida turgan tizim deb qaralishi mumkin, shu asosida uning kiruvchi (manbalar) va chiquvchi oqimga ega rezervuar koʻrinishidagi modeli yaratilgan.

Atmosferaning asosiy zonalari

Zona	Dengiz satxi ustidagi quyi va yuqori chegaralar, km	Harorat gradienti, K/km	Harorat, °C	
			quyi chegara	yuqori chegara
Troposfera	0—(8—18)	-6,45	15	-56
Stratosfera	(8—18)—(50—55)	+ 1,38	-56	-2
Mezosfera	(50—55)—(80—85)	-2,56	-2	-90
Termosfera	(80—85)—1000	+3,13	+3,13	1200

Manbalar uzoq davr mobaynida yetarlicha mustahkam bo‘lishi kerak, aks holda muvazanat surilib qoladi. Bunday surilishga yaqqol va xavotirli misol, bu – odamlarning hayot faoliyati jarayonida qazilma boylikdaridan katta miqdorida foydalanish natijasida atmosferada CO₂ konsentratsiyasini oshiradigan manbalarning ortishidir.

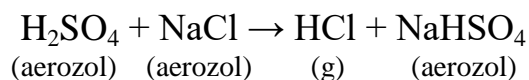
Mikrokomponentlarning ko‘p sonli manbalari va ularning atmosferaga tushishining sabablarini quyidagi toifalar bo‘yicha ajratish mumkin: geokimyoviy, biologik, inson, antropogen va bosh. Ba’zi bir sabablarni ushbu toifalarning birortasiga ham kiritib bo‘lmaydi, masalan o‘rmon yong‘ini (ayniqsa o‘rmon yoqib yuborilgan bo‘lsa yoki yong‘in inson faoliyati natijasida kelib chiqsa).

Geokimyoviy manbalar. Eng kuchli geokimyoviy manbalar – shamollar bilan keladigan changlar va dengiz suvi tomchilari, ular atmosferaga katta miqdorda qattiq moddalarni olib keladi.

Chang- bu asosan yerning turli mintaqalari tuprog‘idir. Agar chang yetarlicha mayda bo‘lsa, u katta maydonlarga tarqalishi va materiallarning qayta taqsimlanishida muhim rol o‘ynashi mumkin. Ammo, changning kimyoviy faol emasligi tufayli, changning atmosferaga ta’siri yaqqol sezilmaydi.

Tuz zarrachalari ko‘rinishida shamol bilan olib kelinadigan dengiz tomchilari tuzlari esa, aksincha, atmosferada reaksiyaga kirishuvchandir. Okeandan chiqadigan tuz zarrachalari gigroskopik bo‘lib, nam sharoitda suvni

tortib oladi va konsentratsiyalangan tomchili eritma yoki aerosol hosil qiladi. Bunday jarayon oqibatiga bulutlarning hosil bo'lishi misol bo'lishi mumkin. Tomchilar ham atmosferada muhim kimyoviy reaksiyalar sodir etilish joyi bo'lishi mumkin. Agar tomchilarda kuchli kislotalar masalan sulfat, yoki nitrat erisa, xlorid kislota hosil bo'lishi mumkin. Ushbu jarayon atmosferada xlorid kislota hosil bo'lishining asosiy manbai hisoblanadi:



Meteoritlar ham atmosferaga zarrachalarni olib kelishi mumkin. Bu shamollar olib keladigan chang yoki o'rmon yong'inlariga nisbatan olganda juda kichik manba, lekin gazlarning zichligi past atmosferaning yuqori qatlamlarida muhim rol o'ynaydi. Bu yerda kichik bir ulush ham ahamiyatlidir, zero meteoritlar olib kelgan metallar qator kimyoviy reaksiyalarga kirishadi.

Changning katta manbai yer usti vulqonlari hisoblanadi, ayniqsa kuchli vulqon otilishida changlar hatto stratosferagacha ko'tarilishi mumkin. Avvaldan ma'lumki, vulqon zarrachalari quyosh yorug'lik nurini ushlab qolib, global haroratga ta'sir qilishi mumkin ekan. SHuningdek ular yuqori balandliklarda kimyoviy jarayonlarni buzib yuborishi mumkin. Vulqonlar nafaqat chang, balki (SO₂), CO₂, HCl va HF- vodorod ftorid kabi gazlarning ham manbai bo'lib xizmat qiladi. Ushbu gazlar stratosferada reaksiyaga kirishib boshqa birikmalarni hosil qiladi, ulardan eng muhimi vulqonli manbalardan bilvosita yo'l bilan hosil bo'ladigan H₂SO₄, - sulfat kislota. Ma'lumki vulqonlar- zarrachalarning vaqt bo'yicha ham, maydoni bo'yicha ham doimiy bo'lmagan manbaidir. Kuchli vulqon otilishlari kam bo'ladi. Uzoq yillar davomida otilmagan vulqonlar birdaniga qisqa vaqt ichida avvalgi bir necha o'n yilliklarga qaraganda katta miqdorda moddalarni ajratib otilishi mumkin. Otilishlar harakatdagi vulqonlar joylashgan o'ziga xos hududlarda sodir bo'ladi.

Radioaktiv turdagi elementlar, asosan kaliy va radiy, uran, toriy kabi og'ir metallar gazlarni ajratishi mumkin. Argon kaliyning parchalanishi, radon

(radioaktiv gaz yarim parchalanish davri 3,8 sut.) esa radiyning parchalanishi natijasi hisoblanadi.

Uran-toriy parchalanish qismlari geliyning yadrosi hisoblangan α -zarrachalarini hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Bu yadro elektronlarni o'ziga biriktirsa, geliy atmosferaga tushadi. Geliy atmosferada to'planmaydi, chunki u yetarlicha engil bo'lib, fazoga ko'tarilib ketadi. Shunday qilib, barqaror holatdagi geliy konsentratsiyasi uning qobiqdagi radioaktiv nurlanishi va atmosferaning yuqori qatlamlaridan yo'qolishi o'rtasidagi balansdan aniqlanadi.

Biologik manbalar. Geologik manbalardan farqli o'laroq, biologik manbalar atmosferaga zarrachalar tushishining yirik, to'g'ridan to'g'ri manbai emasdir, o'rmon yong'inlari bundan mustasno. 3.3- jadvalda o'rmon yong'inlari uglerodning, ya'ni qurumning ahamiyatli manbai ekanligi ko'rsatilgan.

Tirik o'rmon gazlarning atmosfera bilan almashinuvida muhim rol o'ynaydi. Atmosferaning asosiy gazlari - O_2 va CO_2 nafas olish va fotosintez jarayonlarida ishtirok etadi. O'rmonlar ham organik kislotalar, aldegidlar, terpenlar va boshqalarni ajratib chiqaradi. Pinen va limonen kabi terpenlar o'rmonlarda muattar is taratadi.

3.3-jadval

Atmosferadagi zarrachalar ko'rinishidagi ifloslovchi moddalar manbalari

Manba	Global xissa t•yil ⁻¹
O'rmon yong'inlari	35
Chang	750
Dengiz tuzi	1500
Vulqon changi	50
Meteorit changi	1

Yer tuprog'i, uning kimyoviy tarkibi haqida keyinroq so'z yuritiladi, azot birikmalariga boy, ular tarkibida azot bo'lgan gazlar yig'ilishiga olib keladigan faol kimyoviy jarayonlarni keltirib chiqaradi. Tuproq – bu troposfera tarkibidagi muhim va barqaror gaz - azot (II) oksidining biologik manbaidir. Tabiatda ko'p

uchraydigan azot birikmalari ishtirokidagi reaksiyalar natijada NH₃, N₂, N₂O va NO gazlari hosil bo‘ladi.

3.2. Atmosferadagi izli moddalarning reaksiyon qobiliyati

Atmosferada ba’zi gazlarning qisqa vaqt bo‘lishi (3.4-jadval) ularning tez chiqib ketishi bilan izohlanadi.

Ulardan ba’zilari o‘simliklar, qattiq moddalar yoki suv tomonidan yutilishi jarayonida yo‘qoladi. Ammo, atmosferada gazning qisqa vaqt bo‘lishining eng ko‘p uchraydigan sababi unda kechadigan kimyoviy reaksiyalardir.

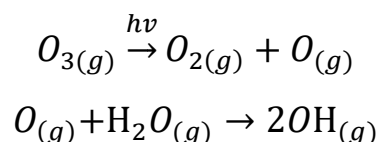
3.4-jadval

Atmosferada gaz izlarining bo‘lish vaqti

Gazlarning nomi	Bo‘lish vaqti	Konsentratsiyasi, 10 ⁻⁷ %
Uglerod dioksidi	4 yil	360 000
Uglerod (II) oksidi	0,1 yil	100
Metan	3,6 yil	1600
CHumoli kislotasi	10 kunlar	1
Azot (III) oksidi	20—30 yosh	300
Azot (I) oksidi	4 kun	0,1
Azot (IV) oksidi	4 kun	0,3
Ammiak	2 kun	1
Oltinugurt(IV) oksidi	3—7 kunlar	0,01—0,1
Oltinugurt vodorodi	1 kun	0,05
Oltinugurt uglerodi	40 kunlar	0,02
Uglerod oltinugurt oksidi	1 yil	0,5
Dimetilsulfid	1 kun	0,001
Metil xlorid	30 kunlar	0,7
Metiliodid	5 kunlar	0,002
Vodorodxlorid	4 kun	0,001

Atmosferada kam uchraydigan gazlar havoning asosiy komponentlari bilan reaksiyaga unchalik faol kirishishmaydi. (3.4.-jadval)

Atmosferadagi eng reaksiyon qobiliyatli birlik suv molekulasini fragmenti - gidroksil radikali (OH*) hisoblanadi. Bu radikal $h\nu$ yorug'lik fotoni tarqatadigan, fotokimyoviy reaksiyaning ketma ketligi natijasida hosil bo'ladi.



Gazlarning suyuqlikda eruvchanligi Genri qonuniga bo'ysunadigan muvozanatli jarayon sifatida qaraladi,

$$C_{(eritma)} = K_h \cdot P_{gaz(g)} \quad (3.2)$$

Bu yerda $S_{(eritma)}$ - gazning eritmadagi konsentratsiyasi, $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, R_{gaz} – gazning parsial bosimi, atm; K_h —Genri konstantasi, $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$.

Konstanta qiymati qancha katta bo'lsa, gaz shuncha eruvchan bo'ladi.

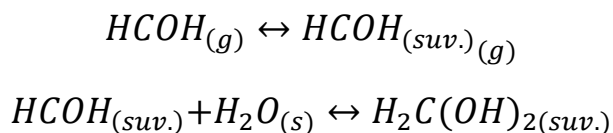
3.5-jadvaldan ko'rinib turibdiki, ammiakning eruvchanligi kislorod eruvchanligidan ancha yuqori.

3.5- jadval

15°C da Genri konstantlarining ba'zi qiymatlari

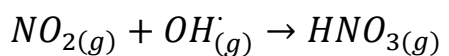
Gaz	$K_h, \text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$
Vodorod peroksidi	$2 \cdot 10^{-5}$
Ammiak	90
Formaldegid	1,7
Dimetilsulfid	0,14
Uglerod disulfidi	0,035
Ozon	0,02
Kislorod	0.0015
Uglerod (II) oksidi	0.001

Ko'pgina muhim gazlarning eruvchanligi cheklangan, ammo ular ko'pincha suvda reaksiyaga kirishadilar, bu esa ularning eruvchanligini oshiradi. Metilenglikol $H_2C(OH)_2$ gacha tez gidrolizlanadigan formaldegid HCOHning oddiy dissotsiatsiyasini olsak:

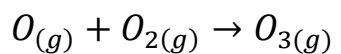


Ikkinchi tenglama shunday o'ngga siljiganki, eruvchanlik deyarli 2000 barobar ortadi.

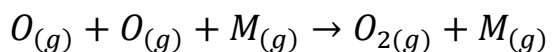
OH* radikali atmosferaning ko'p birikmalari bilan reaksiyaga kirisha oladi, shuning uchun uning atmosferada bo'lish vaqti eng ko'p tarqalgan gaz O_2 ga qaraganda oz, reaksiya tezligi ham kattaroqdir. Azot dioksidi (NO_2)ning OH* radikali bilan reaksiyasi kislotali yomg'irlarni muhim qismi bo'lgan HNO_3 hosil bo'lishiga olib keladi:



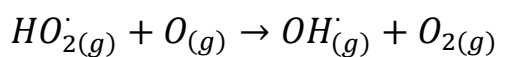
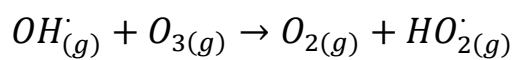
Boshqa tarafdin reaksiya tezligini o'rganish maqsadida laboratoriyada olib borilgan kinetik o'lchamlar shuni ko'rsatdiki, OH* radikali bilan reaksiyaga kirishish tezligi past bo'lgan gazlarning atmosferada bo'lish vaqti nisbatan ko'proq. 3.4-jadvaldan ko'rinib turibdiki, COS, N_2O va hatto CH_4 atmosferada bo'lish vaqtining kattaligi bilan ajralib turadi. Aerozol moddalarni sovutib va sohib yuboradigan xlorftoruglevodorodlar (XFU) ham OH* radikali bilan cheklangan ravishda reaksiyaga kirishadi. Bunday gazlar atmosferada yig'ilib stratosferaga o'tib ketadi, u yerda OH* radikali bilan emas, balki atomar kislorod (O) bilan mutlaqo boshqa kimyoviy jarayonlarda qatnashadilar. Stratosferaning atomar kislorodi bilan reaksiyaga kiruvchi gazlar, O_3 paydo bo'lishiga quyidagi reaksiya bilan qarshilik qilishi mumkin:



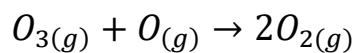
Ular shuningdek kislorod atomlarini bog‘lash jarayonini ko‘rsatuvchi qo‘shimcha reaksiya bilan ozon qatlamining kamayib ketishi uchun javobgardir:



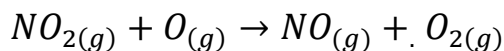
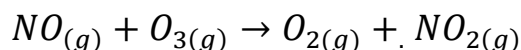
Bu yerda reaksiya jarayonidagi ortiqcha energiyani oluvchi uchinchi jism “M” borligini qayt etib o‘tamiz. Bunday uchinchi jism O_2 yoki azot molekulasini N_2 bo‘lishi mumkin, usiz paydo bo‘lgan O_3 molekulasini qayta parchalanib ketishi mumkin. Ushbu “faqat kislorodli” reaksiyalar ozon kimyosini to‘liq tasvirlamaydi, shuning uchun tarkibida vodorod-, azot-, xlor- bor shakllarni ham hisobga olish kerak:



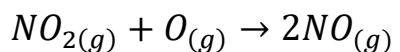
Buning yig‘indisi quyidagini beradi:



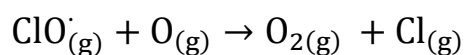
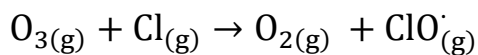
Bunday reaksiyalar boshqa shakllar, masalan aviatsiyadan chiquvchi azot (II) oksidi-(NO) yoki tropopauzadan stratosferaga o‘tuvchi azot (I) oksidi (N_2O) shakllari uchun ham yozilishi mumkin:



$NO_{2(g)}$ atomar kislorod bilan reaksiyaga kirishishi mumkin



XFUDan chiqqan xlor uchun reaksiya ketma ketligi shunday:



Ushbu uch juft reaksiyalarning har biri shunday umumiylikka egaki, O_3 va atomar kislorod reaksiya sohasidan chiqib ketadi, OH^* , NO yoki Cl esa qayta tiklanadi. Shunday qilib, ular ozon parchalanishining katalizatori sifatida qaralishi mumkin. Ushbu katalitik zanjirda stratosferadagi O_3 kimyosi uchun muhimi - ifloslovchining yagona molekulasi katta miqdordagi O_3 molekularining parchalanishiga sababchi bo'lishi mumkin. XFUni — stratosferadagi ozon qatlamini eng birinchi emiruvchilaridan biri deb taxmin qilish mumkin.

Ta'kidlash joizki, azot birikmalari ham, agar ular stratosferaga chiqsa, O_3 uchun xavfli, chunki ular reaksiyalarning oddiy ketma ketligiga qo'shilib ketadi.

Tovushdan tez aviatsiya tutunlaridagi azot birikmalari, ilk ahamiyatga molik ifloslovchilar hisoblanadi.

Stratosferaning katta havo floti paydo bo'lmagani sababli hozirgi kunda asosiy e'tibor boshqa ifloslantiruvchi - N_2O ga qaratilgan. Ushbu oksid yer yuzasida paydo bo'lib, osongina stratosfera qatlamiga ko'tarilishi mumkin bo'lgan juda inert gazdir. N_2O gazi unumdor tuproqlardagi biologik faollik natijasida yoki boshqa bir qator yonish jarayonlarida ajralib chiqadi.

Demak, ba'zi bir reaksiyalar atmosferada zarrachalar hosil bo'lishiga olib keladilar. Ko'pgina zarrachalar yomg'ir suvi bilan tezda yuvilib ketadi, shuning uchun atmosfera suvida to'rt-besh kunga yaqin bo'lishi mumkin. Boshqa tomondan, o'lchami 0,1 — 1 mkm bo'lgan juda mayda zarrachalar yomg'ir suvi bilan shunchalik tez yuvilmaydi va atmosferada ularning bo'lish vaqti ham ko'proq bo'ladi.

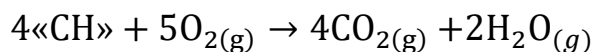
3.3. Shaharlar atmosferasi

Atmosferaning odamlar tomonidan ifloslanishi ancha jiddiy, ammo ba'zida keng ko'lamda sezilmaydi. Odamlarning atmosferaga ta'siri shaharlarda yaqqol ko'rinadi, shu bois shahar atmosferasida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarni alohida ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir.

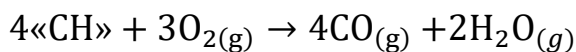
Shahar muhitida atmosferaga bevosita chiqarilgan ifloslovchi moddalar mavjud. Ular birlamchi ifloslovchilar deyiladi. Birlamchi ifloslovchilarga misol - tutundir. Ko'pgina birikmalar atmosferada o'zaro reaksiyaga kirishadi. Bunday

reaksiya mahsulotlari ikkilamchi ifloslovchilar deb ataladi. Shunday qilib, ko'pchilik birlamchi ifloslovchilar reaksiyaga kirishib ikkilamchi ifloslovchilarni hosil qiladi. Aynan birlamchi va ikkilamchi ifloslovchilar orasidagi farq katta shaharlarga ta'sir o'tkazuvchi ikki xil havo ifloslovchilarini o'ziga xosligini tushuntiradi. Birlamchi ifloslanishga Londondagi qurumli chang misol bo'la oladi.. Shaharlar havosining ifloslanishi asosan, yonish jarayonlari natijasida sodir bo'ladi. Qadimda Rim kabi shaharlar o'tin tutuni bilan bog'liq ifloslanishlardan aziyat chekkan. Biroq, aynan qazilma yoqilg'ilarni yoqish havo ifloslanishi bilan bog'liq muammolarni keltirib chiqardi. London aholisi ko'mirni XIII asrdan boshlab yoqqanlar. Odamlar o'ziga xos g'alati hid paydo bo'lganini sezgandan keyin, xavotirlana boshladilar va bu jarayonni tartibga solishga harakat qildilar.. Shahar aholisi bu hiddan kasalliklar kelib chiqishi mumkin deb o'yladilar.

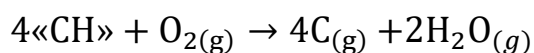
Yoqilg'i odatda uglevodorodlardan iborat, raketa sanoati bundan mustasno, unda ba'zan yoqilg'i sifatida azot, alyuminiy va berelliyan foydalaniladi. Yoqilg'i "CH" yonishining oddiy jarayonini quyidagi formulada ko'rib chiqamiz.



Bir qarashda ushbu jarayon xavfli emasdek tuyuladi, chunki CO₂ ham, suv ham zaharli emas. Yoqish vaqtida kislorod yetishmagan joyda nima sodir bo'lishi mumkinligini ko'rib chiqamiz, bunday holat, masalan, dvigatel yoki suv qaynaydigan qozon ichida kuzatilishi mumkin. Bunday xolda teglamani quyidagicha yozish mumkin.



Bu yerda zaharli gaz uglerod (II) oksidi (CO) hosil bo'ladi. Agarda kislorod yanada kam bo'lsa, uglerod (qurum) hosil bo'lishi mumkin.

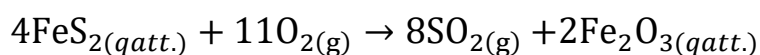


Past haroratda va kislorod kam bo'lganda piroliz reaksiyasi (ya'ni qizitish natijasidagi parchalanishlar) politsiklik aromatik uglevodorod hosil bo'lishiga olib

keladigan atomlar joylashuvining o'zgarishlarini keltirib chiqaradi. Eng ayanchli misol - saraton kasalligini keltirib chiqaruvchi benzo(α)piren birikmasidir.

Shunday qilib, yoqilg'ini yoqish dastlab zararsiz ko'rinsa-da, lekin u uglerod bir qator ifloslovchi birikmalari hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Muxandislar dastlabki bug' dvigatellarini yaratganda, ortiqcha kislorod barcha uglerodni CO₂ ga aylantirib bera oladi deb o'ylashgan. Shuning uchun ular "o'z tutunini yoqish" degan falsafani qabul qildilar, lekin natija cheklangan muvaffaqiyatga ega bo'ldi.

Bundan tashqari, yoqilg'ining tarkibiga kiradigan moddalar ham iflosliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Bunga yaqqol misol -oltingugurt (S). U ko'mirda FeS₂ , pirit minerali qo'shimchalari ko'rinishida uchraydi. Ba'zi ko'mirlarda oltingugurtning miqdori 6% gacha bo'lib, yoqilganda SO₂ga aylanadi:



Oltingugurt qo'sh oksidi suvda yaxshi erib, atrofdagi tutun changlariga kondensatlanadigan kislotani hosil qiladi. Yoqilg'ida boshqa qo'shimchalar ham mavjud, lekin oltingugurt doim shahar havosini buzadigan eng keng tarqalgan ifloslovchi hisoblangan.

Turli xil yoqilg'ilarning tarkibi (3.6- jadval) ulardagi oltingugurt miqdori bilan kuchli farq qiladi. Oltingugurtning eng ko'p miqdori ko'mirda va yonuvchan moylarda aniqlangan. YOqilg'ining bunday turlari qozonlar, pechlar (shuningdek ananaviy bug' dvigatellari), tutun quvurlari, bug' turbinalari va elektrostansiyalar kabi statsionar manbalarda qo'llaniladi. SHahar atmosferasidagi oltingugurtli iflosliklar va tutun eng avvalo statsionar manbalarga bog'liq. Qurum ham shular jumlasidan. Qurum va SO₂ birlamchi ifloslovchilar hisoblanadi, chunki ular yaxshi ma'lum bo'lgan ifloslovchi manbadan to'g'ridan to'g'ri yo'l bilan hosil bo'ladi va shu shaklda atmosferaga singib ketadi.

Har xil turdagi yoqilg'ilarda oltingugurt miqdori

Yoqilg'i	S, %
Ko'mir	0,2—0,7
Yonuvchi moy	0,5—0,4
Koks	1,5—2.5
Dizel yoqilg'isi	0,3—0.9
Benzin	0.1
Kerosin	0.1
Yog'och	Sezilmaydigan
Tabiiy gaz	Sezilmaydigan

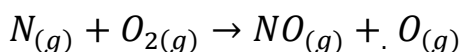
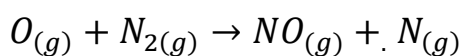
Londonda odatdagi havo ifloslanishi hollari qishda zax va tuman sharoitida kuzatilgan. Yoqilg'idan foydalanish darajasi eng yuqori, havo esa deyarli harakatsiz bo'lgan. Smog so'zi ikkita ingliz so'zlari fog — tuman va smoke — tutun birlashuvidan hosil bo'lib, umuman havoning ifloslanishini ko'rsatish uchun xizmat qiladi.

Ikkilamchi ifloslanishga misol Los-Andjelesdagi smog. XX asrda benzina o'tish havo ifloslanishining suyuq yoqilg'ining yuqori uchuvchanligi bilan bog'liq mutlaqo yangi turining paydo bo'lishiga olib keldi. Avtotransport suyuq yoqilg'ining eng muhim iste'molchisi sifatida, havo ifloslanishining asosiy manbaiga aylandi. Ammo haqiqiy muammo tug'diradigan ifloslovchilar, o'z holicha avtotransportdan ajralmaydi. Ular atmosferada NO kabi birlamchi ifloslovchilar reaksiyalari natijasida, to'g'ridan to'g'ri avtomobillardan tushadigan yoqilmay qolgan yoqilg'ilardan hosil bo'ladi. Ikkilamchi ifloslanvtiruvchilarning paydo bo'lishiga olib keladigan kimyoviy reaksiyalar quyosh yorug'ligida samarali kechadi, shuning uchun paydo bo'lgan havo ifloslanishi fotokimyoviy smog deb ataladi.

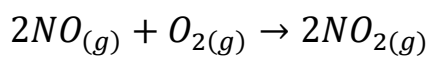
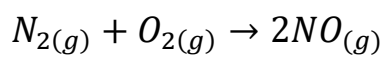
Ilk marta fotokimyoviy smog Los-Andjelesda ikkinchi Jahon urushi davrida qayd qilingan. Avvaliga uni boshqa erlardagi havo ifloslanishi bilan o'xshash deb

o‘ylashgan, ammo tutun bilan kurashishni oddiy yo‘llari samara bermadi. O‘tgan asrning 50-chi yillarida ushbu ifloslanish boshqacha tusga egaligi aniq bo‘ldi va ekspertlar boshi berk ko‘chaga kirib qoldilar. Los-Andjelesning havo basseynidagi o‘simliklarning so‘lishini o‘rganayotgan biokimyogar A. Xaagen-Smit smog avtomobillar tutunlarining quyosh yorug‘ligida bo‘lgan reaksiyalar natijasida paydo bo‘lgan degan xulosaga keldi.

Odatda havo ifloslanishi va smog bir-biriga juda yaqin tushunchalar deb hisoblangan, ammo ba’zi tadqiqotchilar har doim havo ifloslanishiga faqat tutun sababchi bo‘lmaydi degan fikr bildirgan. Yoqilg‘ining tarkibidagi aralashmalar boshqa ifloslantiruvchilar paydo bo‘lishiga olib kelishini ko‘rib chiqamiz. YOqilg‘i O_2 emas, balki havoda yonishi juda muhim ahamiyatga ega. Ma’lumki, havo O_2 va N_2 aralashmasidan iborat. Yuqori yonish haroratida havodagi molekular parchalanishi mumkin, hatto inert bo‘lgan N_2 molekulari ham o‘zgarishlarga duchor bo‘ladi:

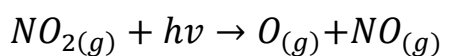


Natijada zanjirli reaksiya sodir bo‘lib, natijada quyidagi jarayon sodir bo‘ladi:

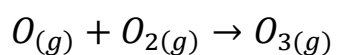


Yong‘in ichida azot oksidlari paydo bo‘lishi keltirilgan tenglamalardan ko‘rinib turibti. Ularni paydo bo‘lishiga sabab - yoqilg‘i O_2 da emas, balki havoda yonayotganligidir. Bundan tashqari, bir qator yoqilg‘i turlari o‘z tarkibida qo‘shimcha aralashma ko‘rinishida azot birikmalariga ega va natijada ushbu aralashmalar yonishi mahsulotlari NO va NO_2 ya’ni azot oksidlarining manbalari bo‘lib hizmat qiladi.

Smogdagi azot oksidining oksidlanishi natijada azot dioksidi – qo‘ng‘ir gaz hosil bo‘ladi. Ushbu rang, gaz yorug‘likni yutishi, fotokimyoviy faollikni va dissotsiatsiyaga uchrashini bildiradi.

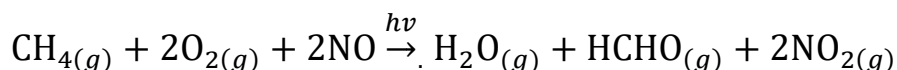


Shunday qilib, yana azot oksidi va reaksiyaga kirishib O_3 hosil qiladigan yakka va reaksiyaga qobiliyatli kislorod atomi paydo bo‘ladi:



Ozon bu fotokimyoviy smog oqibati bo‘lgan ifloslantiruvchidir. Ammo O_3 atmosferaga avtomobil tutunlaridan tashlanmaydi (yoki boshqa asosiy ifloslantiruvchilardan). Ozon – ikkilamchi ifloslantiruvchidir.

Benzin asosli yoqilg‘ilardan foydalanish natijasida ozod bo‘ladigan uchuvchan organik birikmalar NO ning NO_2 ga aylanishiga olib keladi. Ushbu reaksiyalar juda murakkab, ammo ularni soddalashtirish uchun elementar organik molekula, masalan CH_4 ni olib avtotransport tutunlarini tasvirlash mumkin:



Ushbu reaksiyada ikkita jarayon yuz beradi. Birinchidan, NO_2 paydo bo‘ladi, ikkinchidan yoqilg‘i uglerodi aldegidgacha, aniqrog‘i formaldegidgacha oksidlanadi (HCHO). Aldegidlar ko‘zlarni achishtirib, katta konsentratsiyalarda kanserogenga aylanadi. Tenglama fotokimyoviy smogda sodir bo‘layotgan toza reaksiyalarni soddalashtirilgan ko‘rinishda tasvirlaydi.

Los-Anjelesda kuzatilgan smog, ko‘mir yoqadigan shaharlardagi smogdan katta farq qilgan. Los-Anjeles smogida tuman yo‘q, ko‘rinish bir necha metrgacha kamayib ketmaydi. Albatta, Los-Anjeles smogi quyoshli kunlarda ko‘proq paydo bo‘ladi. London tumanlarini shamol tarqatib yuboradi, lekin Los-Anjelesdagi engil dengiz shamoli ifloslantiruvchilarni tog‘lar yaqinida ushlab turib, ularning dengizga tushishiga qarshilik ko‘rsatadi. Ifloslantiruvchilar shuningdek atmosferada yuqoriga ko‘tarila olmaydi, chunki inversion qatlam tomonidan tutilib

qoladi: past qatlamdagi havo yuqori qatlamga qaraganda salqinroq, iliq havodan iborat qalpoqcha sovuq havo ko'tarilishi va ushbu aralashmalarni tarqalishiga qarshilik ko'rsatadi. Los-Andjeles va London smoglarining qiyosiy tavsifi 3.7-jadvalda keltirilgan.

3.7-jadval

Los-Andjeles va London smoglarining qiyosiy tahlili

Xarakteristika	Los-Andjeles smogi	London smogi
Havo harorati, °S	24 dan 32 gacha	-1 dan 4 gacha
Nisbiy namlik, %	<70	85 (+ tuman)
Harorat o'zgarishlari turi	1000 m balandlikda tushib ketishi	Bir necha yuz metr balandligidagi nurlanish
SHamol tezligi, m/soatiga	<3	SHamolsiz
Ko'rinish, km	< 0,8-1,6	< 0,03
Eng ko'p paydo bo'lish oylari	Avgust — sentyabr	Dekabr — yanvar
Asosiy yoqilg'ilar	Benzin	Ko'mir va benzin
Asosiy qo'shimchalar	O ₃ , NO, NO ₂ , CO, organik moddalar	Qurum, CO, oltingugurt birikmalari
Kimyoviy reaksiya turi	Oqsidlanish	Tiklanish
Maksimal quyulish vaqti	Peshin	Nahor
Odam organizmiga ta'siri xarakteri	Ko'zlarning vaqtinchalik achishi	Bronxlar va tomoq achishi
Materiallarga ta'siri xarakteri	Rezina darz ketishi	Temir va beton sekin asta buzilishi

3.4. Havo ifloslanishi va salomatlik

Yuqorida qayt etib o'tilganidek, Londondagi kislotalar bilan to'yingan qurim zarrachalari odamlar sog'ligiga salbiy ta'sir ko'rsatgan. Bu borada atmosferadagi ifloslantiruvchilar hozirgi kunda ham insoniyatni jiddiy xavotirga solmoqda. SHu bilan birga ta'kidlash joizki, o'tmishdagi shaharlardagi tutunli havodan farqli o'laroq, hozirgi shaharlar uchun fotokimyoviy smog xosdir. Ko'mirga qaraganda benzin yoqilg'i sifatida kam tutun chiqaradi. Fotokimyoviy smog uchun ko'proq xos bo'lgan O₃ va azot oksidi gazlari nafas olishni qiyinlashtiradi. Ozon o'pkaning ishini sustlashtiradi, azot oksidlari esa yuqori konsentratsiyalarda birinchi navbatda asmatiklar uchun xavflidir.

Aldegidlar kabi kislorod saqlovchi birikmalar ko'z, burun va tomoqni yallig'lantirib, shuningdek bosh og'rig'ini ham keltirib chiqaradi. Fotokimyoviy smog fotokimyoviy smog vaqtida ko'zlarning yallig'lanishi azotli organik birikmalarga ham bog'liq bo'lib, ular azot oksidlari va tutunning turli organik birikmalari o'rtasida boradigan reaksiya natijasida hosil bo'ladi. Ko'zni yallig'lantiruvchi azotli birikmalardan eng keng tarqalgani - peroksiatsetilnitrat (PAN).

Fotokimyoviy smog transport bilan bog'liq yagona muammo emas. Avtomobillar boshqa ifloslantiruvchilar, masalan qo'rg'oshin va benzolning ham sababchisi hisoblanadi. Dvigatel ishini yaxshilash uchun qo'rg'oshin tetralkilidan keng foydalanish, avtomobillarga boy davlatlarda qo'rg'oshinning katta konsentratsiyasini yig'ilishiga olib keldi. Qo'rg'oshin ayniqsa shaharlarda va tirband avtomagistrallar yaqinida to'plangan. Qo'rg'oshin zaharli bo'lgani sababli odamlar sog'lig'i uchun nihoyatda xavflidir. Tibbiy izlanishlar natijalariga ko'ra, qo'rg'oshinning hattoki past konsentratsiyalari ham bolalarning aqliy qobiliyatini pasaytiradi.

XX-asrning 70-yillarida AQShda tarkibida qo'rg'oshin bo'lmagan, mashinalarda katalitik konverterlardan foydalanishga imkon beradigan benzin ishlab chiqildi. Mavjud ma'lumotlarga ko'ra, qo'rg'oshinning avtomobillar bilan bog'liq manbai kamayishi bilan bir vaqtda uning organizmda qondagi

konsentratsiyasi ham pasaydi. Ammo shunga qaramay, atmosferada qo'rg'oshinning miqdori hali bolalar sog'lig'iga sezilarli ta'sir ko'rsatmaslik uchun etarli darajada kamaymagan. Buning sababi shundaki, bolalar iste'mol qiladigan oziq-ovqat mahsulotlarining miqdori ularning tana og'irligiga qaraganda ko'p, demak, bolalar kattalarga qaraganda ovqat va suv orqali qo'rg'oshinni nisbatan katta miqdorda qabul qiladilar.

Atmosferani ifloslantiruvchi komponentlardan yana biri, avtomobil yoqilg'isi tarkibiga kiradigan benzoldir. Benzolning tarkibida qo'rg'oshin bo'lmagan benzina qo'shilishi, yoqilg'ining vaqtidan oldin yonib ketishining oldini oladi. Ma'lumki, yoqilg'ining yuqori konsentratsiyadagi aromatik uglevodorodli turlariga o'tgan ba'zi bir hududlarda (masalan, Mexikoda), fotokimyoviy smog keskin ko'payib ketdi, bu ushbu uglevodorodlarning shahar atmosferasida yuqori reaksiya qobiliyatiga egaligi bilan izohlanadi.

Boshqa tomondan, benzol saraton kasalligini qo'zg'atuvchi omil hamdir. Jamiyat tomonidan foydalanadigan benzolning 10 foizdan ortig'i (33Mt/yil), oxir oqibat atmosferada yo'q bo'lib ketadi deb hisoblanadi. Benzol yuqori konsentratsiyada shahar havosida uchratish mumkin, ular saraton kasalligi miqdorining oshirishiga sababchi bo'ladi.

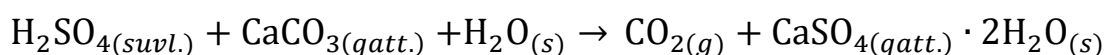
Benzindagi yana bir ifloslovchi modda - bu toluol $C_6H_5CH_3$ hisoblanadi. U ham saratonni keltirib chiqarishi mumkin, ammo bu boradagi zararliligi benzolga nisbatan kamroq. Uning boshqa salbiy ta'sirlaridan biri, ko'zni yallig'lanishiga olib keladigan PAN turidagi birikma hosil bo'ladigan reaksiyadir.

3.5. Havo ifloslanishining oqibatlari

O'tmishda havoning asosiy ifloslantiruvchisi tutun bo'lganida, uning ta'siri natijalari oydin edi. Ko'pgina katta shaharlarning eski binolari devorlarida o'ziga xos qora dog'lar kuzatilardi. Bundan tashqari, kiyimlar kir bo'lib, pardalar qorayib qolardi. SHahar bog'bonlari faqat eng barqaror, chidamli o'simlik turlarini tanlashga majbur edi. Industrial markazlar yaqinidagi daraxtlar shunchalik qorayib ketardiki, och rangli kapalaklar ularda berkina ololmay qolardilar. Kapalaklarning

melaninli (to‘q rangli) shakllari, aksincha, tez tarqalib ketishdi, chunki ular yirtqichlarga ko‘rinmay qolgandi.

Oddiy smog ko‘mirni yondirish natijasida yig‘ilardi, unda tutundan tashqari oltingugurt dioksidi SO_2 va uning oksidlanishi mahsuli - oltingugurt kislotasi H_2SO_4 ham bo‘lgan. Oltingugurt kislotasi korroziyaning kuchli agenti hisoblanib, temir tasmalarini zang bilan qoplaydi va qurilish toshlarini emiradi. Arxitektorlar ba‘zan karbonat jinslariga 10sm qalinlikkacha quyidagi reaksiya natijasida ziyon etkazuvchi sulfat qatlamlaridan shikoyat qilishadi:



Oltingugurt kislotasi ohakni (CaSO_3) gipsga ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) aylantiradi. Bu ancha jiddiy zarardir, chunki gips yomg‘irlar bilan yuvilib ketadi. Buning ustiga, gips oxakka qaraganda ko‘proq hajmni egallab, toshlarga mexaniik bosim o‘tkazadi va uning ichidan yorib chiqadi.

Hozirgi kunda Evropada dizelli transport vositalari tobora ommalashib ketmoqda. Ko‘plab avtomobillar dizelga o‘tishining sababi, yoqilg‘i narxining pastligidir. Dizel yoqilg‘isining afzalligi shundaki, uning tarkibida qo‘rg‘oshin bo‘lmaydi. Ammo dizel dvigatellariga yoqilg‘i berish jarayoni shundayki, ularning ichiga yoqilg‘i tomchilar ko‘rinishida tushadi. Tomchilar har doim ham to‘liq yonmaydi, buning natijasida dizel dvigatellari katta miqdorda tutun chiqarishi mumkin. Dizel yoqilg‘isi shahar havosini ifloslash bilan birga, uining zarrachalari konserogen poliaromatik uglevodorodlarga (PAU) boy.

Inson salomatligi uchun xavfli bo‘lgan ozon, albatta, atrof muhitga ham yomon ta‘sir etadi. Ushbu reaksiyaga yaxshi kirishadigan gaz juda tez organik molekulalarning qo‘shbog‘larini uzadi. Shuning uchun katta miqdorda qo‘shbog‘larga ega polimer material - rezina ozon ta‘sirida yorilib ketadi. Rezinadan ishlangan qismlardan (pokrishka, shetka, oyna tozalagichlar va boshq.) tashqari, ozon ta‘sirida pigmentlar va bo‘yoqlar ham zarar ko‘radi, ya‘ni rangini yo‘qotib, xiralashib qoladi. Shuning uchun badiiy galereyalar, ayniqsa oddiy

bo‘yoqlar bilan chizilgan rasmlar kolleksiyasi saqlanadigan xonalar havosi filtrlanishi lozim.

3.5.1. O‘zbekistonda atmosferaning ifloslanishi va uning oqibatlari.

O‘zbekistonda Respublikasida atmosfera xavosining ifloslanishi asosiy ekologik muammolardan biri xisoblanadi. Shaharlarning asosan tog‘ oldi va tog‘ oraliq botiqliklarida joylashganligi, iqlimning issiq va quruqligi O‘zbekistonda atmosfera havosi ifloslanish darajasining nisbatan yuqori bo‘lishiga olib kelgan. O‘zbekistonda atmosfera havosi ayniqsa axoli, sanoat va transport yuqori darajada to‘plangan Toshkent va Farg‘ona iqtisodiy rayonlarida kuchli ifloslangan. O‘zbekistonda “atmosfera muhofaza qilish to‘g‘risida” mahsus Qonun (1996-yil, dekabr) qabul qilingan.

Atmosfera ifloslaydigan zararli birikmalarning 51%dan ortig‘i uglerod oksidi (is gazi-CO)ga, olingugurt qo‘sh oksidiga-16%, uglevodorodlarga-17,9%, azot oksidlariga-8,9%, qattiq birikmalarga-6%, boshqa zararli chiqindilarga-0,2% to‘g‘ri keladi.

Atmosfera ifloslanishi aholining salomatligi, o‘simliklarning holati va hosildorligi, binolar, metall konstruksiyalar, tarixiy obidalar va boshqalarga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi.

Masalan, “Tojikiston Respublikasining “Talko” DUK korxonasi Tursunzoda shahrida 1975 yilda qurilgan. Korxonaning ishlab chiqarish texnologiyasi eskirgan bo‘lib, uning tozalovchi tizimi samarasizdir. Shu bois, mazkur alyuminiy korxonasi har yili 22-23 ming tonnaga yaqin ifloslantiruvchi moddalarni, shu jumladan 200 tonnadan ortiq g‘oyat xavfli va insonlar hayoti va atrof tabiiy muhiti uchun zararli ftorli vodorodni chiqarib tashlaydi. Mazkur zararli moddalar O‘zbekiston hududining Surxondaryo viloyati Denov, Sariosiyo, Uzun tumanlariga o‘tib, erlik aholi va tabiatni zaharlamoqda. Bugungi kunda atmosferadagi ftorli vodorodning miqdori yo‘l qo‘yiladigan eng yuqori konsentratsiyadan o‘rta hisobda 1,8 baravar, yoz oylarida esa 3,4 baravar oshib ketmoqda. Mazkur hududdagi 1 milliondan ortiq aholining yashash sharoitlari zaharlanmoqda. Ularning salomatligi

o'nglab bo'lmaydigan darajada zarar topmoqda. Zaharli moddalardan karbon, oltingurgurt oksidlari, uglevodorodlar tarqalayotganligi oqibatida aholi o'rtasida surunkali endokrin kasalliklari, suyak-mushak kasalliklari, yuqori nafas yo'llari, tug'ma anomaliyalar, onkologik kasalliklar keng tarqalmoqda. So'nggi besh yilda Sariosiyo tumanida bolalarning o'lik tug'ilishi hollari 7,7 barobar ko'paygan. Sariosiyo tumanida 175 ming aholining 42 mingdan ko'prog'i endokrin kasalliklariga chalingan. Uzun tumanidagi 150 ming kishining 100 mingga bedavo kasalliklarga duchor bo'lgan. Kasalliklarni patologik qaytalanishlari kuchaygan. Sariosiyo, Uzun, Denov tumanlari hududida oxirgi 20 yilda sabzavot ekinlarining hosildorligi 27-46%, poliz ekinlarining hosildorligi 24,4%, uzumzorlar hosildorligi 37,8% pasayib ketgan. Ftoridlarning sabzavot va mevalarda, boshqa o'simliklarda to'planishi yo'l qo'yiladigan eng yuqori konsentratsiyadan 11-19 barobar, bug'doyda 5-6,5 barobar yuqori ekanligi aniqlangan. SHuningdek, hududdagi hayvonlar organizmida ham o'nglanmas o'zgarishlar yuz bermoqda. Ularning tishlari tushib ketmoqda, ilik suyaklari qiyshayib ketmoqda, ular yurolmayotir, oyoqda turolmay qolayotir, bug'imlari zararlanmoqda, ular ichida birdaniga tasodifan o'lish xollari ko'pymoqda. Mahalliy sut mahsulotlari tarkibida ftor normadan 9-13 barobar, go'sht tarkibida 10,9% yuqori ekanligi aniqlangan".

Respublikamizda havoni ifloslovchi asosiy manbalardan biri avtotransport kompleksi hisoblanadi va atmosfera ifloslanishining 70% ga yaqinini tashkil qiladi. Asosiy ifloslovchi birikmalari is gazi, uglevodorodlar, azot oksidlari, benzapiren, aldegidlar va qo'rg'oshin hisoblanadi. Transport bevosita hayot muhitini ifloslaydi, insonlar organizmida qo'rg'oshin va boshqa zaharli, konserogen birikmalarning to'planishiga sababchi bo'ladi.

Toshkent, Samarqand, Buxoro, Farg'ona shaharlarida havo ifloslanishining 80% dan ortig'i avtotransport hissasiga to'g'ri keladi. O'zbekistonning boshqa yirik shaharlarida ham havo ifloslanishida avtotransportning hissasi ortib bormoqda. Bunga sabab etil qo'shilgan benzin va tarkibida oltingugurt qo'p bo'lgan dizel yoqilg'isidan foydalanish hisoblanadi.

Bir qator zararli birikmalar bo'yicha ko'rsatkichlari REK dan yuqori bo'lgan shaharlarning ba'zilarida fotokimyoviy smog xavfi mavjud.

O'zbekiston xududida ham "kislotali yomg'irlar" kuzatiladi. Respublikamizning Olmaliq-Oxangaron sanoat rayonlarining ta'sirida CHotqol qo'riqxonasi xududida "kislotali yomg'irlar" qayd qilinadi.

Har yili Orol dengizining qurigan tubidan ko'tarilayotgan 15-75 mln. tonna chang va tuzlar ham juda katta maydonda havoning ifloslanishiga sabab bo'lmoqda.

O'zbekistonda ozon qatlamini himoya qilish bo'yicha maxsus milliy dastur ishlab chiqilgan va amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Vena konvensiyasi va Monreal bayonnomasini qabul qilgan.

O'zbekiston xududida ham iqlim o'zgarishi oqibatlari kuzatilmoqda. Havo harorati 0,8- 1⁰ C ga oshgan. Global isish bundan keyin ham ekstremal ob-havo hodisalari, ya'ni qurg'oqchiliklar va yozning yuqori haroratli davrlari sonining ortishiga, suv resurslarining vujudga kelish rejimida o'zgarishga imkon tug'diradi va bu mamlakatda qo'shimcha salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Iqlim o'zgarishi muammosini hal qilish va uning oqibatlarini oldini olish maqsadida O'zbekiston 1993 yili BMTning iqlim o'zgarishi Konvensiyasiga qo'shildi. 1998 yilning noyabrida O'zbekiston Kioto bayonnomasini imzoladi va 1999 yilning 20 avgustida ratifikatsiya qilindi.

O'zbekistonda atmosfera havosini muhofaza qilish ustuvor masalalardan hisoblanadi. Buning amaliy ijrosini ta'minlashda sanoat korxonalarini ekologiyalashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Havo ifloslanishini kuzatish va nazorat qilish – monitoring tizimini takomillashtirish talab etiladi.

Shunday qilib, shaharlar havosining ifloslanishi muammosi doim jamiyatning diqqat-e'tiborida turadi. Bunda bir ekologik muammoning yechimi (benzindan qo'rg'oshinni olib tashlash) boshqa bundanda katta muammoni, masalan, hamma yerda fotokimyoviy smogning keng tarqab ketishini keltirib chiqarishi mumkin (aromatik birikmalar tufayli).

Shu sababli butun dunyo miqyosida organik moddalarning atmosferaga ajratilishini kamaytirish haqida qonunlar qabul qilindi. Puxta o‘ylangan atmosferani muhofaza qilish haqidagi qonunlar va ularning ijrosini to‘liq ta’minlash, minglab insonlarning sog‘lig‘ini saqlash kafolatidir.

Nazorat savollari

1. "Yer atmosferasi" deganda nimani tushunasiz?
2. Yer atmosferasidan o‘tishda quyosh nurlanishi spektri qanday o‘zgaradi?
Bu o‘zgarishlar nima sababdan sodir bo‘ladi?
3. Atmosfera haroratining dengiz sathidan balandlikka bog‘liqligini tushuntiring va chizib bering.
4. Balandlik o‘zgarishi bilan atmosferaning bosimi va asosiy komponentlari tarkibi qanday o‘zgaradi?
5. Aralashmalarni manbalari, oqimlari, atmosferada bo‘lish vaqtlari tushunchalariga ta’rif bering.
6. Atmosferadagi asosiy hamda qo‘shimcha gazlarning miqdori qanday o‘lchov birliklarida o‘lchanadi?
7. Troposfera va stratosferaga xlorftoruglevodorodlar va azot oksidlarining tushish yo‘llari va asosiy manbalari qanday?
8. Xlorftoruglevodorodlarning tarkibiga qarab asosiy oqim yo‘llari va yashash vaqtlari qanday o‘zgaradi?
9. Troposferada harorat inversiyasiga qanday sabablar olib keladilar?
10. Atmosferaning barqarorligi bilan troposferadagi harorat gradienti qiymati qanday bog‘langan?
11. Oltinugurt birikmalari atmosferaga tushishining tabiiy va antropogen manbalarini tavsiflab bering.
12. Troposferadan oltinugurt dioksidi oqimiga qanday jarayonlar olib keladi? Oltinugurt birikmalari global ko‘chishi jarayonining o‘ziga xosligi nimada?
13. Azot birikmalarining atmosfera siklidagi manbalari, masshtabi va oqim yo‘llarini tushuntiring.

14. Organik birikmalarni atmosferaga tushishining asosiy manbalarini aytib bering va ko‘lamini baholang.

15. Metan va uning gomologlari fotokimyoviy oksidlanish jarayonlarining asosiy yo‘nalishlarining sxemasini keltiring.

16. Nima uchun metan va uning gomologlarining azot oksidlari ishtirokida oksidlanishi jarayonida ozon hosil bo‘lishi mumkin? Reaksiyalar tenglamalarini yozib bering.

17. Atmosferada dispers tizimlar barqarorligining asosiy shartlarini bayon eting.

18. London va Los-Anjelesdagi smoglarning hosil bo‘lish sharoitlari farqi va o‘xshashliklarini ayting.

19. Atmosfera havosida avtomobillarning tutun gazlari oksidlanishida qanday jarayonlar sodir bo‘ladi? PAN nima? Reaksiya tenglamasini keltiring.

20. Radiatsion balans ma’lumotlari asosida sayyoramizda qanday o‘rtacha haroratni kuzatish mumkin bo‘lar edi? Buni hisoblashlar bilan tasdiqlang. Nega o‘rtacha global harorat hisoblangan qiymatlardan balandroq?

21. Quyoshdan yerga tushuvchi va erdan chiquvchi nurlanish spektrini uglerod dioksidi va suv bug‘lari molekulari yutilishi spektri bilan solishtiring.

22. Yer tarixining turli davrlarda atmosferada uglerod dioksidining miqdori qanday o‘zgargan?

23. «Issiqxona effekti» nima degani? Qanday gazlar «issiqxona effekti»ga sezilarli xissa qo‘shadi?

24. Qanday xalqaro hujjatlar issiqxona gazlarining atmosferaga tushishini cheklashga qaratilgan?

4-BOB

ATMOSFERADA OZON TUYNUKLARI. HOSIL BO‘LISHI SABABLARI VA ASORATLARI

Talaba fanni o‘zlashtirgandan so‘ng:

— Sayyoraning ozon qatlami, “ozon tuynuklari” nima, ular qanday hosil bo‘ladi **bilishi**:

—Dengiz suvi sathidan ko‘tarilganda, geografik kengliklar, yil vaqti o‘zgarishi bilan atmosferada ozon miqdori o‘zgarishini tahlil qilishni

bajara olishi.

—sayyoraning ozon qatlamini saqlash sohasida xalqaro shartnomalar asoslari malakalariga **ega bo‘lishi kerak.**

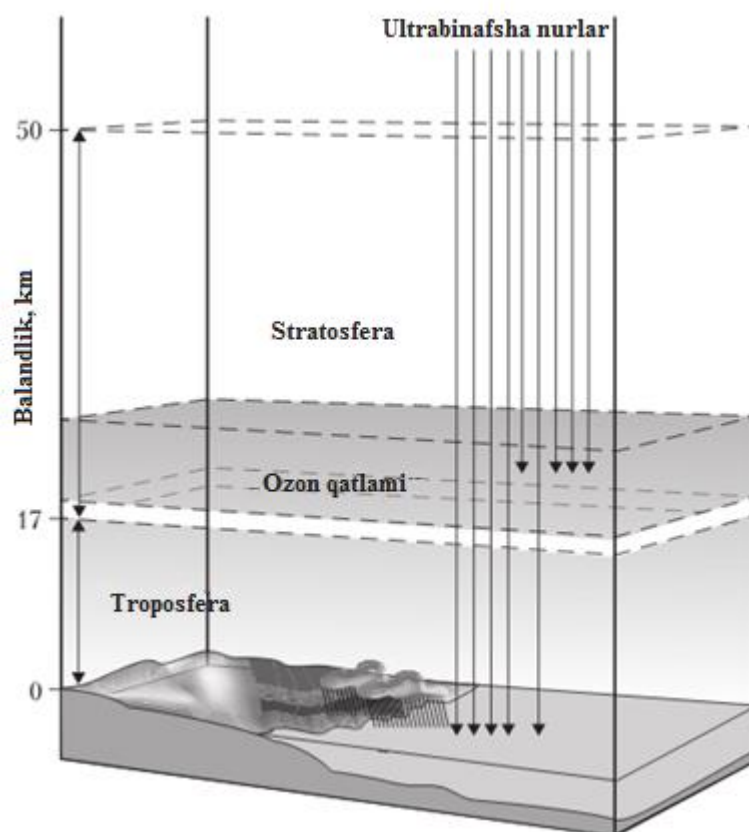
Uzoqdagi stratosferada, Everest cho‘qqisidan ikki barobar yuqorida yoki reaktiv samolyot uchadigan balandlikda ozondan tashkil topgan yubqa qavat joylashgan. (4.1-rasm)

Ozon yuqori stratosferada (40—50 km) kislorod, azot, vodorod va xlor ishtirokidagi fotokimyoviy reaksiya natijasida hosil bo‘ladi. Stratosferaning quyi (10—25 km) qismida ozonning miqdori eng ko‘p bo‘lib, uning konsentratsiyasining mavsumiy va davomli o‘zgarishida havo massasining ko‘chishi jarayonlari asosiy rol o‘ynaydi. Bu yerda ozon miqdorini atmosferaning kimyoviy tarkibi va uzoq muddatli (10 yildan ortiq vaqtda) ko‘chish jarayonlarining o‘zgarishi belgilaydi.

4.1. Ozon miqdorini o‘lchash

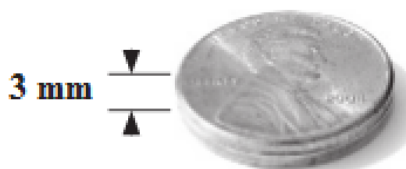
Ozon qavatining qalinligi Dobson birligida o‘lchanadi (1 birlik Dobson 0,01 mm kenglikka teng) (4.2-rasm).

Antarktida ustida hosil bo‘ladigan tuynuk haqida salkam yigirma yil davomida har bahorda matbuot xodimlari baxslar olib borar edi. Keyinroq bu masala asta-sekin unutilib keta boshladi.

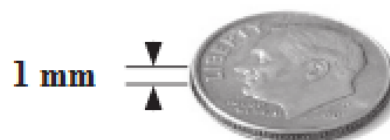


4.1-rasm. Atmosferaning tuzilishi

**Ozonning umumiy miqdori:
300 DU yoki**



**Ozon tuynugining qalinligi:
100 DU yoki**

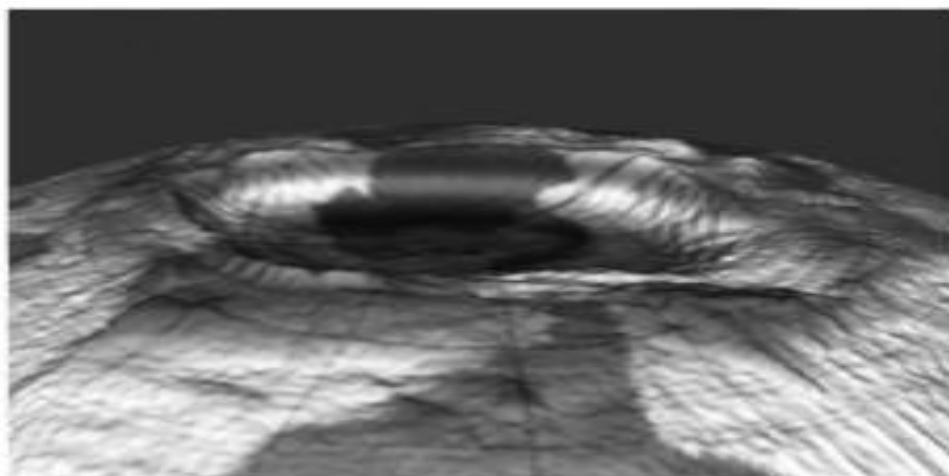


4.2-rasm. Ozon qavati kengligini o'lchash, DU

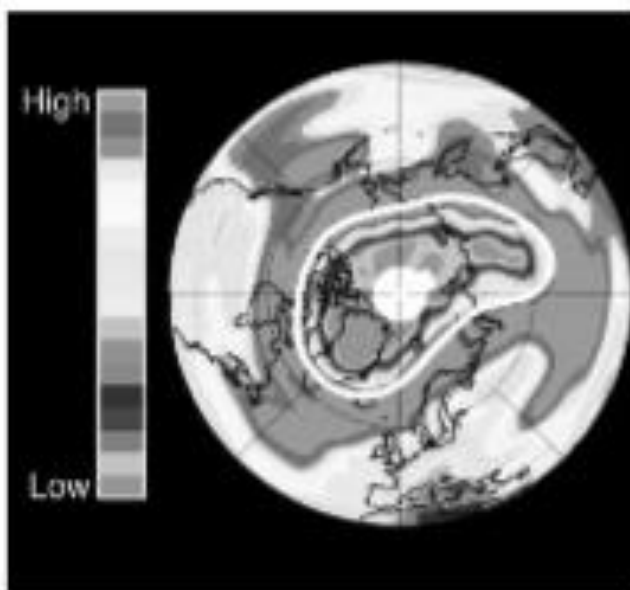
NASA Quyoshning ultrabinafsha nurlaridan yerni himoyalovchi ozon qatlamini 30 yil mobaynida kuzatib kelmoqda.

Hozirgi natija - qattaligi bo'yicha beshinchi o'rinda turadi. Rekord 2006 yilda o'rnatilgan - bunda ozon tuynigining o'lchami 29,5 mln km² tashkil etgan, bu 2000 yilda qo'yilgan rekorddan atigi 0,1 mln km²ga kattaroq.

2007 yilda Antarktidagi ozon tuynigining maydoni 25,1 mln km² ni tashkil etgan, bu taxminan Shimoliy Amerika maydoniga teng (4.3-rasm).



4.3-rasm. Antarktika ozon tuynigining uch o‘lchamli (3D) tasviri (NASA kosmik parvozlari markazi teleskopi ma’lumotlari bo‘yicha tayyorlangan)



4.4-rasm. Antarktika ozon tuynigining 2D ko‘rinishidagi tasviri, 2011 yil

2010-2011 yillarining qish va bahor fasllarida Arktikada ozon tuynugining shakllanishi deb aytsa bo‘ladigan jarayon birinchi bor kuzatilgan (4.4-rasm). Butunjahon meteorologiya tashkilotining aprelning boshida bergan hisobotiga ko‘ra, Arktika mintaqasida atmosferadagi ozon miqdori qish mobaynida rekord kattalikka - 40% ga qisqardi.

2011 yilning dastlabki uch oyi ichida 18-20 km balandlikda Arktika rekord miqdorda ozonni - umumiy miqdorining 80 foizini yo'qotdi. Gloriya Menni boshchilidagi NASA laboratoriyasining bir guruh olimlari ozon tuynugining shakllanishi jarayonini o'rganib, ushbu hodisa o'z ko'lamiga ko'ra noyobligi, hamda Arktikadagi qish yanada qahraton kelsa, ozon konsentratsiyasining pasayishi yanada jadal tus olishi haqida xulosaga kelishdi. Rossiya Shimolida birinchi marotaba Arktikaning ozon miqdori kamayishi kuzatilmoqda. U doimo Antarktida ozonlaridan keskin sezilarli kamroq edi. 1994-1995 yillarda 30%ga kamayish kuzatilgan, ammo bunday holat avvallari aslo bo'lmagan. Hozirda kamayish 40%ni tashkil etadi va bu qiymat Antarktidaga yaqinlashib qolgan - u yerda ozon tuynigi 50-60 foizni tashkil qiladi. 2011 yilning sentyabr-noyabr oylarida ko'rsatkichlar tenglashdi.

Stratosferadagi past haroratlar (-78 darajadan past) tufayli suv bug'lari va azot kislotasi qutblar ustidagi stratosfera bulutlarini shakllantiradi va natijada bu yerda ozon tuynugi hosil bo'ladi. Ushbu bulutlar va boshqa sovuq aerozollar atmosferada bo'lish vaqti katta bo'lgan xlor birikmalariga, xususan xlorftoruglevodorodlarga, ozonni emiruvchi yuqorifaol birikmalarga aylanishiga sharoit yaratib beradi.

Olimlarning takidlashicha, 2010-2011 yillar qishidagi xarorat Arktikada qutb zonasi atrofida stratosferaning kuchli havo oqimlari qutb taraf iliq havoni kirishiga yo'l qo'ymagan. Buning natijasida bahorga kelib ozon konsentratsiyasi keskin darajada tushib ketgan.

Olimlarning ma'lumotlariga ko'ra, -78 darajadan past harorat 15-23 km balandligida 100 kundan ortiq saqlanib turgan. Bunda ozon miqdorining 250 Dobson birligidan pasayishi 27 kun davomida, 230 dan pasayishi bir hafta davomida kuzatilgan. Arktikaning ozon qatlami miqdorining bunday kamayishi shu darajaga etdiki, endi Arktika ozon tuynugi haqida gapirish uchun asos bor edi.

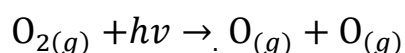
Yer atmosferasining himoya qatlami deformatsiyasi uning tarkibida katta miqdorda issiqhona gazlari va ozon emiruvchi moddalar borligi sababli sodir bo'layapti.

Ozon beqaror bo'lib, shunday reaksiyaga kirishish qobiliyatiga egaki, yo'lida uchratgan deyarli barcha moddalar bilan reaksiyaga kirishib ularni oksidlaydi. Buning oqibatida ozon atmosferaning quyi qatlamlarida buzuvchi, ammo ko'p yashamaydigan ifloslantiruvchi birikma hisoblanadi.

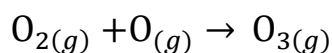
Ammo, stratosferada ozon molekulari o'zaro ta'sir qilishi mumkin bo'lgan moddalar unchalik ko'p emas. Bundan tashqari, ozon quyosh radiatsiyasi ta'siri ostida kislorodning oddiy molekularidan hosil bo'ladi va stratosferada uzoq vaqt qolib, ozon qatlamini yaratadi.

Atmosferaning boshqa qatlamlarida ozonning miqdori kamligidan kelib chiqilsa, ozon qatlamining ozonga boyligi nisbiy olingan. Ozon qatlamida yuz ming molekuladan faqat bittasi ozon molekulasidir. Ozonning atmosfera tarkibidagi miqdori 0,0001%dan kamroq, ammo aynan ozon to'lqin uzunligi 280nm dan kam bo'lgan Quyoshning qattiq UB-nurlanishini butunlay yutib, uning ta'sirini tirik organizmlar hujayralari uchun yumshatib beradi. Ozon konsentratsiyasining 1 foizga kamayishi, yer yuzasida qattiq UB-nurlanish intensivligini 2 foizga oshiradi.

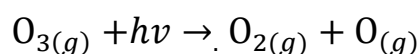
Ozonning yaralishi uzunligi 242nm dan kam bo'lgan UB-nurlanish to'lqinlari bilan boshlanadi:



Bundan so'ng atomar kislorod molekulyar kislorod bilan reaksiyaga kirishi mumkin:



Ushbu fotokimyoviy jarayonda ozonning hosil bo'lishi, ozon parchalanadigan reaksiyalar bilan muvozanatlanadi:



Atmosferaning qolgan qismlardan farqli o'laroq, ozon atmosferada faqat kimyoviy yo'l bilan paydo bo'lgan va uning eng yosh komponenti hisoblanadi.

Ozonning ekologiya nuqtai nazaridan eng muhim xossasi Quyoshning biologik xavfli bo'lgan ultrabinafsha nurlanishini yutishidir. Shu bilan birga, ozon kimyoviy birikma sifatida kuchli oksidlovchi bo'lib, stratosferaning ozon qatlami sifatida o'zi himoya qiladigan flora va faunaga bevosita yaqinlashsa, ularni zaharlab yuboradi. Bundan tashqari, ozon – unumli issiqxona gazi. Va nihoyat, ozon atmosferaning kichik faol qo'shimchalariga sezilarli ta'sir o'tkazib, ular orqali, ozon kabi ultrabinafsha va infraqizil nurlanishni yutuvchi barqaror komponentlarga ham ta'sir o'tkazadi. Shu tariqa ozon issiqxona effektiga va yer yuzasidagi UB-nurlanish darajasiga nafaqat to'g'ridan to'g'ri balki bilvosita ta'sir o'tkazadi.

Quruqlikda o'simliklar 400 mln yil avval paydo bo'lgan, u paytda kislorod hozirgi miqdorining taxminan 0,5 foizini, ozon esa 0,7 foizini tashkil etgan, ammo bu tirik hujayralarni qisqa to'liqlik quyosh nurlanishidan himoyalash uchun etarli bo'lgan. Bundan oldin hayot faqat suv muhitida rivojlangan, zero suv ozon qatlami o'rniga tegishli himoyani ta'minlagan. Atmosferadagi kislorodning yig'ilishi o'simliklar paydo bo'lishidan oldin okeandagi fotosintez jarayonlari va bazalt matasi degazatsiyasi hisobiga yuz bergan. Atmosfera kislorodining ushbu ikki manbasi hozirgi kunda ham amal qiladi, chunonchi, kislorod fotosintezida okeanning ulushi 80 foizga teng.

“Yaxshi” ozon va “yomon” ozon mavjud.

“Yomon” ozon - bu olimlar nuqtai nazaridan Los-Anjeles, Mexiko, Denver, Chikago, Nyu-York va boshqa katta shaharlarni egallab olgan fotokimyoviy smog.

Yer ozonining 90 foizi yer yuzasidan balandda joylashgan atmosfera qatlami - stratosferaga tegishlidir. U “yaxshi” ozon hisoblanadi, chunki yerni UB-nurlanishdan asraydi. Qolgan 10 foiz ozon – bu “yomon” ozon, u yer yuzasiga yaqin atmosfera qatlami – troposferada bo'lib, bir xil konsentratsiyalarda inson salomatligiga va farovonligiga xavf xatar ko'rsatadi.

Atmosferadagi ozonning umumiy miqdori yer yuzasidagi havoning bosimi qadar siqilsa, u qalinligi o'rtacha 3,5 mm bo'lgan qatlamga aylanadi. Ushbu yupqa qatlam, atrof muhitni inson yashashi uchun yaroqli qiluvchi eng muhim omillardan biridir.

Stratosferadagi ozonning miqdori geografik kengligi, joylashish balandligi va yil fasliga qarab o'zgarib turadi. Ozon konsentratsiyasi yildan yilga ham o'zgarib turishi mumkin. Masalan, Shimoliy kengliklarda ozonning umumiy miqdoriga mavsumiy sikllar katta ta'sir o'tkazadi. Ozon molekularining hosil bo'lish mexanizmi ularning parchalanish mexanizmi bilan muvozanatda bo'lgani sababli, stratosferadagi ozonning o'rtacha miqdori yerning zamonaviy atmosferasi uchun nisbatan doimiy qiymatdir.

Faqat kislorodli reaksiyalarni (faqat kislorodli mexanizmlar) hisobga oluvchi ozon hosil bo'lishi va parchalanishi o'rtasidagi muvozanatni hisoblash ishlari stratosferada kuzatiluvchi ozonning aniq bayonini, hamda atmosferada uning vertikal profillarini shaklini va kerakli balandlikda bo'lgan konsentratsiyasi cho'qqisini aniqlab beradi. Taxminlarga ko'ra ozon konsentratsiyasi nihoyatda yuqori. Buning sababi, vodorod, azot va xlor birikmalari ishtirok etadigan ozonni parchalalovchi boshqa jarayonlarning mavjudligi bilan bog'liq.

Ushbu birikmalar ishtirokidagi barcha reaksiyalar O_3 va atomar kislorodning parchalanishi va shu vaqtning o'zida OH^* , NO yoki xlor saqlovchi molekular radikallari va ionlari paydo bo'lishiga olib keladi. Ushbu jarayonlar katalitik bo'lib, har bir reaksiyaga kirishgan modda katta miqdorda ozon molekularining parchalanishiga javob berishi mumkin. Aynan ifloslovchining bitta molekulasini katta miqdordagi O_3 molekularini parchalashga qodirligi butun dunyo olimlarini jiddiy izlanishlarga undadi.

1984 yil oktyabr oyidagi Britaniya antarktida ekspeditsiyasi (British Antarctic Survey) ishtirokchilari Xalli-Bey stansiyasi tepasidagi stratosferada ozonning miqdori 40%ga kamayganligini aniqladi. Ozon konsentratsiyasini o'lchash natijalari shuni ko'rsatdiki, so'nggi o'n yil davomida uning qiymati doimiy ravishda kamayib borgan. (4.5-rasm) Ko'p sonli hisob-kitoblar esa olamshumul ma'lumotlarni tasdiqlab berdi.

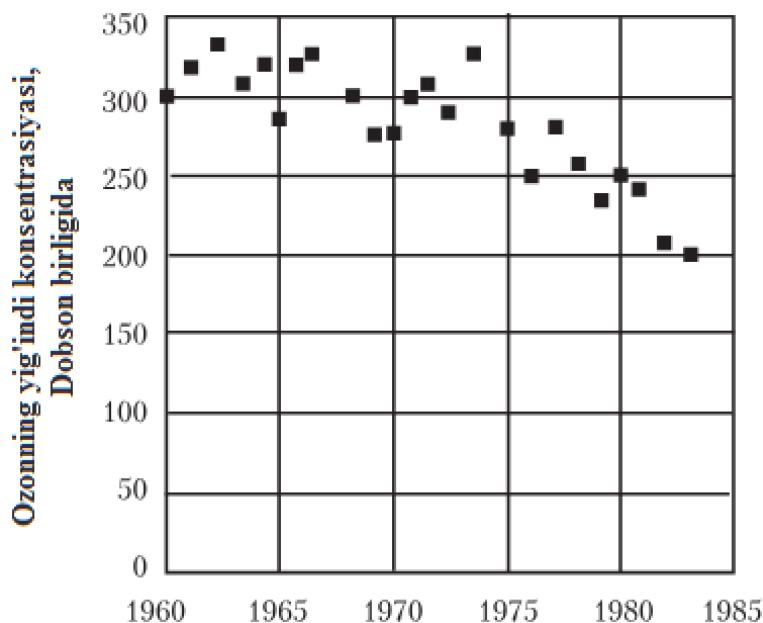
Shimoliy-g'arbdan taxminan 1600 km uzoqlikda joylashgan ikkinchi tadqiqot stansiyasi ham stratosfera ozonining konsentratsiyasi avval bo'lmagan

darajada pasaygani haqida xabar berdi. 1985 yil may oyida janubiy yarim sharda ozon tuynugi paydo bo'lganligi haqida tarixiy maqola chop etildi.

NASA olimlari Nimbus-7 yo'ldoshidan olingan atmosfera ozoni haqidagi ma'lumotlarini sinchiklab tahlil qildilar. O'lchash ishlari 1978 yildan boshlab uzluksiz olib borildi. Yo'ldosh biror marotaba ham ozon tuynugini topa olmadi.

NASA mutaxassislari barcha ma'lumotlarni qayta-qayta tekshirib, ularning kompyuterlari ozon konsentratsiyasining juda kichik qiymatlarini uskunalar ko'rsatkichlarining xatosi deb qabul qilganligini aniqlashdi. Kompyuter xato deb yuborgan barcha ma'lumotlarni qayta tiklashga muvaffaq bo'lindi. Ozon qatlamidagi tuynukning aniq haritasi ishlab chiqildi, ushbu tuynuk o'lchamlari AQShning kontinental qismiga teng bo'lib chiqdi.

Nima uchun tuynuk? Nima uchun Antarktida ustida? UB-radiatsiyasi nuqtai nazaridan yer uchun xavflimi? Keyingi bir necha yillar mobaynida ushbu jumboqlarni echish bo'yicha ulkan ishlar olib borildi. Ozon tuynugi paydo bo'lishiga asosiy sababchi xlor ekanligini olimlar 1987 yil sentyabr oyida Janubiy Amerikadan Janubiy qutbga ozon tuynugi tomon uchganlarida aniqladilar.



4.5-rasm. Xalli-Bey antarktika stansiyasi ustidagi ozon konsentratsiyasining o'zgarishi

Ozon va ClO ni konsentratsiyalarini o‘lchash natijalari shuni ko‘rsatdiki, ozon konsentratsiyasining ko‘tarilishi va pasayishi atmosferadagi ClO konsentratsiyasining ko‘tarilishi va pasayishiga teskari proporsionaldir. Bundan tashqari, ozon tuynugini o‘zidagi ClO konsentratsiyasi atmosfera kimyosi nuqtai nazaridan tushuntirib berish mumkin bo‘lgan darajadan yuzlab marotaba ortiqdir.

Olimlar ozon tuynugi – bu g‘ayritabiiy (anomal) holat degan yakdil fikrga keldilar. Ozon tuynugi atmosferadagi sun‘iy xlor saqllovchi ifloslovchilar keltirib chiqargan chuqur o‘zgarishlar natijasidir. Ozon tuynugining paydo bo‘lishini tushunib etishga bir necha yillar kerak bo‘ldi. Uning mohiyati quyidagidan iborat.

Antarktida okean bilan o‘ralganligi va ushbu qit‘ada tog‘ tizmalari yo‘qligi sababli qit‘a atrofida shamollar tinmay aylanishi mumkin. Janubiy qish paytida ushbu shamollar qutb atrofida girdob hosil qilib, bu girdob Antarktida ustida havoni yig‘adi va uni qolgan atmosferaga aralashdirmay ushlab turadi. Ushbu girdob qutb atmosferasi kimyoviy birikmalari uchun yopiq “reaksiyaga kirish qozoni” bo‘lib xizmat qiladi (Shimoliy qutb girdobi undan ancha kuchsiz bo‘lgani sababli, Shimoliy ozon tuynugi ham ancha zaifroq). Qishda Antarktida ustidagi stratosfera Erdagi eng sovuq hududga aylanadi (harorat -90°C gacha tushib ketadi). Bunday ekstremal sovuq sharoitda suv bug‘lari tuman shaklida bo‘ladi. Ushbu nihoyatda mayda kristallar yuzasi kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirib, unda ozonni emiruvchi xlorni ozod bo‘lishiga olib keladi.

Antarktika qishi zulmatida hosil bo‘ladigan xlor atomlari, ozon parchalanishining zanjirli reaksiyasiga darhol kirishib ketmaydi. Ular ozon bilan reaksiyaga kirishib xlor oksidi SIO ni paydo qiladilar. ClO* radikallari bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlashib nisbatan barqaror dimer ClO—OCl ni hosil qiladi, uning molekulalari havoda muallaq qolib, Quyosh qaytishini poylaydi. Antarktikaga bahor kelib, havo iliganda va kunlar yorishganda, quyosh radiatsiyasi ClO—OCl dimerini parchalab, reaksiyaga kirishuvchan xlorni ozod qiladi, so‘ng bu xlor ozon bilan reaksiyaga kirisha boshlaydi. Bir necha hafta ichida ozon konsentratsiyasi keskin tushib ketadi. Ushbu jarayonni ba’zi bir xildagi baholashlarga ko‘ra bunday holatda 97%dan ko‘proq ozon yo‘qoladi. Qaytgan quyosh tafti qutb atrofidagi

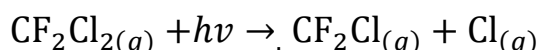
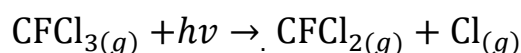
girdobni asta-sekin tarqatib yuboradi va janubiy qutb havosiga yana aralashib ketishga imkon yaratadi. SHunday qilib, tarkibida ozon miqdori kamayib ketgan havo butun sayyora bo‘ylab tarqaladi va Antarktida ustidagi ozon darajasi yana deyarli normal holatga keladi.

Shimoliy qutb ustida esa arktik bahor vaqtida kichik tuynuklar kuzatiladi. Bunday ozon tuynuklari Shimoliy va Janubiy qutblardan boshqa joylarda uchrashi amri mahol. Atmosferada gazlar aralashishi tufayli, stratosferadagi ozon konsentratsiyasi butun sayyora bo‘ylab sezilarli darajada kamaymoqda. XFU molekulalari atmosferaga chiqib bo‘lganligi tufayli, ularning stratosferaga etishish vaqti uzoq bo‘lsa ham, ozon qatlamini bundan buyon kamayib borishi muqarrardir. Bu moddalarning atmosferada uzoq bo‘lishi sababli, xlor saqlovchi freonlarni ishlab chiqarish butunlay to‘xtatilgan taqdirda ham, ushbu jarayon yana kamida 100 yil davom etadi.

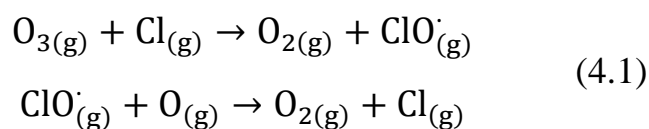
4.2. Ozonning xlor saqlovchi birikmalar bilan yemirilishi

Stratosferadagi tabiiy xlor metilxlorid (CH_3Cl) shaklida bo‘ladi, u atmosferaga dengiz va yer usti biologik manbaalardan tushadi. Ushbu tabiiy manbalar tropopauzadan o‘tuvchi xlorning atigi 25% inigina tashkil etadi.

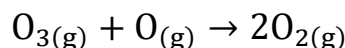
XX-asrning 70-yillari boshida sovutuvchi va purkovchi aerezollar sifatida qo‘llanilayotgan XFULar troposferada keng tarqaldi. Avvallari atmosferaning quyi qismida ushbu yuqori barqaror birikmalarning parchalanishi mexanizmi mavjud emas deb hisoblanardi. Ammo, XFUning stratosferaga o‘tayotganligi uning ozon qatlamiga ta’siri haqida savollarni keltirib chiqardi. Ushbu birikmalar, masalan CFCl_3 (freon-11) va CF_2Cl_2 (freon-12), 190—220 nm to‘lqin uzunligida UB-nurlanishini yutib, fotodissotsiyasiya reaksiyalariga olib keladi:



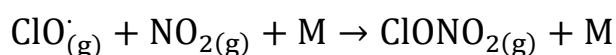
Bu reaksiyalar natijasida ozod xlor atomlari hosil bo‘ladi va ular katalitik usulda O_3 bilan o‘zaro ta’sir etadi:



Bularning yig'indisi esa quyidagicha bo'ladi:

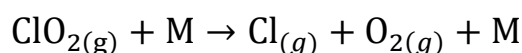
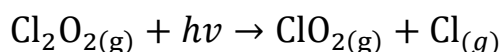
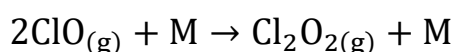
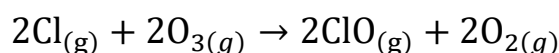
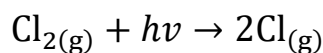
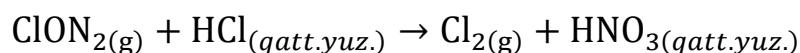


O₃ bilan boradigan reaksiyada hosil bo'ladigan ClO*, doim ham atomar kislorod bilan reaksiyaga kirishavermaydi, (4.1), buning o'rniga azotsaqlovchi birikmalar bilan o'zaro ta'sirlashishi ham mumkin.

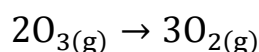


Bu yerda M — «uchinchi jism».

Bu reaksiya katta ahamiyatga ega, chunki shu tariqa ozonning yemirilishi sikliga kiruvchi azot va xlor birikmalari samarali yo'q qilinadi. Ammo agar qattiq yuzalar ishtirok etsa, u holda ushbu reaksiya natijasida ajratib qo'yilgan xlor ozod bo'lishi mumkin:



Barcha tenglamalar keyin yig'iladi



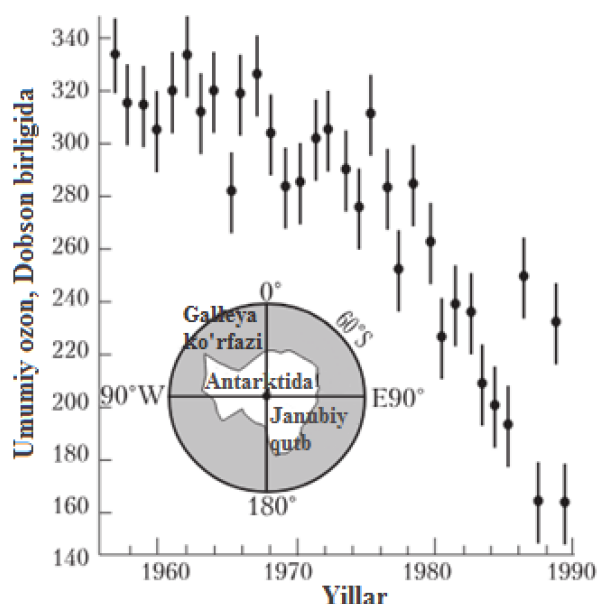
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar past haroratda ayniqsa tez boradi. Aynan ushbu past haroratli jarayonlar Antraktida ustida kuzatilayotgan O₃ning halokatli kamayishini eng munosib tarzda tushuntirib beradi. O₃ni pasayishining keyingi modellari uning kimyosida geterogen jihat borligiga yuqori darajada bog'liq.

Suyuq tomchilar qattiq yuzalardagi reaksiyalarda ishtirok etibgina qolmay, balki ularni tezlashtirishi mumkinligi ehtimoldan holi emas.

1985 yilda e'lon qilingan ozon tuynuklari haqidagi ma'lumot olimlarni tadqiqotlar o'tkazishga chorladi. Albatta, ushbu xabarga siyosatchilarning munosabati turlicha bo'ldi. Xalqaro muzokaralarda XFU ishlab chiqarishni taqiqlovchi hujjat tayyorlandi, ammo u qabul qilinmadi. Ozon tuynugi haqidagi ma'lumot e'lon qilinishidan ikki oy avval Venada ozon tuynugiga bag'ishlanib bo'lib o'tgan kengashda davlatlar tomonidan ozon qatlamini himoya qilish uchun "tegishli choralar"ni ko'rishi kerakligi haqida optimistik xulosalar qilindi, ammo, aniq muddatlar va sanksiyalar o'rnatilmadi.

XFU bilan antarktida ozon tuynugi o'rtasida aniq bog'liqlik o'rnatilmaganligi sababli, sanoat korxonalari XFUning o'rnini bosuvchilarni qidirishdan voz kechdi. Bu bog'liqlik faqat uch yildan so'ng aniqlandi. Hech qanday amaliy harakatlar ko'rilmagan 1985 yilda Venada bo'lib o'tgan yig'ilish bilan, 1987 yil oktyabrda Monrealda bo'lib o'tgan, ozon qatlamini himoya qilishga bag'ishlangan birinchi xalqaro bayonnoma imzolangan yig'ilishlar orasida qator voqealar bo'lib o'tdi. Antarktida ustidagi tuynuk olamshumul hodisa sifatida qaraldi, ehtimol, uning yuzaga kelishi tushunarsizligi bunga sabab bo'lgandir. Ammo bunga XFUlar sababchi ekanligining aniq dalillari yo'q edi.

Ozon tuynugi paydo bo'lishi sabablarini topish bo'yicha ishlarni BMT ning Atrof muhit bo'yicha dasturi (YUNEP) o'z zimmasiga oldi. Ushbu dastur xodimlari ilmiy ma'lumotlarni yig'ib, ularni qayta ishlab natijalarni turli davlatlar vakillariga etkazdilar, yuqori darajadagi muzokaralar olib borish uchun joylarni aniqlab, ularni tashkil etishda faollik ko'rsatdilar.



4.6-rasm. 1957 yildan Antarktidadagi Galleya qo'ltig'i (76°j.k.) ustidagi ozonning kuzdagi o'rtacha konsentratsiyasi qiymatlari

Muzokaralar jarayoni oson kechmadi. Odamlar salomatligiga, iqtisodiyotga sezilarli zarar ko'rsatuvchi global ekologik muammoga haligacha hech qaysi davlat duch kelmagan edi, ammo u umuman o'rganilmagan. XFU ishlab chiqaruvchi davlatlar ushbu mavhumliklardan foydalanib qolib, XFUlarga nisbatan belgilangan har qanday taqiqlarni rad etishga harakat qildilar. Muhim qarorlarning taqdiri ba'zida nozik siyosiy vaziyatga bog'lanib qolardi. Shundan so'ng YUNEP o'z harakatlarini faollashtirdi. Ekologik guruhlarining Evropa va AQSh xukumatlariga bosimi kuchaydi.

4.3. XFUlarni ishlab chiqarishni cheklash va muqobil yechimlarini izlash.

Ozon qatlamini emiruvchi moddalar haqida

Monreal bayonnomasi

Olamshumul qizg'inlashib ketgan baxs-munozaralarga va tayziqlarga javoban milliy xukumat kutilmaganda, tezda 1987 yilda Monrealda ozon qatlamini emiruvchi moddalar haqida bayonnomani (Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer) imzoladi. Ushbu bayonnomada eng ko'p tarqalgan beshta XFUlarning ishlab chiqarilishi butun dunyoda 1986 yil darajasida muzlatib qo'yilish kerakligi qayd etildi. So'ngra XFU ishlab chiqarish 1993 yilda 20 foizga

va 1998yilda yana 30 foizga qisqartirilishi kerak edi. Kelishuvni 36ta davlat imzolandi, ular orasida XFU ishlab chiqaruvchi yirik davlatlar ham bor.

XFU texnika sohasida, maishiy xizmatda, sanoatda keng qo'llaniladi. Ularning dunyo miqyosida ishlab chiqarish hajmlari juda katta. Monreal bayonnomasi ro'yhatiga kiritilgan moddalar uchun ozonni emirish koeffitsienti hisoblab chiqilgan bo'lib, birlik sifatida ozon emiruvchi potensial XFU-11 va XFU-12 qabul qilingan. Moddaning ozon emirish xususiyati, uning molekulasidagi xlor yoki brom atomlari miqdori, ularning atmosferada yashash davomiyligi va uni parchalanishi uchun zarur bo'lgan kimyoviy jarayonning xususiyatlari bilan aniqlanadi.

Yaqin vaqtgacha XFUlar amaliy qo'llash uchun eng qulay kimyoviy modda deb hisoblangan, chunki ular nihoyatda barqaror va faolsiz, demak zaharsizdir. Taajjubki, biroq aynan ushbu birikmalarning inertligi ularni atmosfera ozoni uchun xavfli qilib qo'yadi.

XFUlar azot oksidlaridek troposferada (yer yuzasidan 10km balandlikkacha bo'lgan atmosferaning pastki qatlami) tez parchalanmaydi va oxirgi chegarasi 50km balandlikda o'tadigan stratosferaga o'tib ketadi. XFU molekullari ozon konsentratsiyasi eng yuqori bo'lgan 25km balandlikka ko'tarilganda kuchli ultrabinafsha nurlanish ta'siriga uchraydi, chunki bu nurlanish ozon tufayli pastroq qatlamlarga o'ta ololmaydi. Ultrabinafsha oddiy sharoitda barqaror bo'lgan XFU molekullarini yuqori reaksiya qobiliyatli komponentlargacha, xususan atomar xlorgacha parchalaydi.

Shunday qilib, XFUlar xlorni yer yuzasidan troposfera hamda xlorning inertligi kam bo'lgan birikmalari parchalanadigan quyi atmosfera qatlamlari orqali stratosferaga ko'taradi. Ozon parchalanishida xlorning katalizator singari ta'sir qilishi juda muhimdir: kimyoviy reaksiya davomida uning miqdori kamaymaydi. Buning oqibatida xlorning bir atomi o'z faolligini yo'qotishidan yoki troposferaga qaytishidan avval 100 000tagacha ozon molekulasini parchalashi mumkin. Hozirgi paytda atmosferaga tashlanayotgan XFUlar hajmi millionlab tonna bilan o'lchanadi, ammo shuni ta'kidlab o'tish kerakki, XFUlarni ishlab chiqarish va

ulardan foydalanish darhol to'xtatilgan taqdirda ham, atmosferaga tushib ulgurgan XFULarning ta'siri yana o'nlab yillar davomida sezilib turadi. Ikkita eng ko'p tarqalgan freonlarning atmosferadagi yashash davri 75 va 140 yilni tashkil etadi.

Freonlarni qo'llash davom etmoqda va hozirgi asosiy masala bu XFULarning atmosferadagi miqdorini barqaror ushlab turishdan iborat. Chunonchi, iqlim o'zgarishini global monitoring qilish tarmog'i ma'lumotlariga ko'ra, Tinch va Atlantika okeanlari qirg'oqlari va sanoat hamda aholi zich yashaydigan rayonlardan uzoq joylashgan orollarda freon-11 va -12ning konsentratsiyasi yiliga 5—9 foizga ortib bormoqda. Stratosferadagi xlorning fotokimyoviy faol birikmalarining hozirgi miqdori 1950-yillarda freonlar ishlab chiqarila boshlangan paytdagi darajadan 2-3 barobar ko'proq.

Shu bilan bir vaqtda, XFU tashlamalarining hozirgi darajasi saqlangan taqdirda, XXI asr o'rtasiga kelib stratosferada ozon miqdori ikki barobar kamayib ketishi mumkin degan pessimistik taxminlar ham bor.

Birinchiidan, Antarktida ustidagi tuynuk ko'p jihatdan meteorologik jarayonlar oqibatidir. Ozon faqat ultrabinafsha nurlanish ta'sirida paydo bo'ladi, qutbda tungi vaqtda esa bu jarayon sodir bo'lmaydi. Qish davrida Antarktika ustida kuchli girdob vujudga keladi va u o'rta kengliklardan ozon bilan to'yingan havoning kirishiga yo'l ko'ymaydi. Shuning uchun bahorga kelib, faol xlorning hattoki kichik miqdori ham ozon qatlamiga sezilarli zarar etkazishi mumkin. Bunday girdob Arktika ustida deyarli bo'lmaydi, shuning uchun Shimoliy qutbda ozon konsentratsiyasi birozgina tushadi. Ko'pchilik tadqiqotchilarning fikricha, ozon qatlamining yemirilishiga kutb stratosfera bulutlari ta'sir o'tkazmoqda. Ushbu baland bulutlar, Arktikadan ko'ra Antarktikada ko'proq kuzatiladi va ular qishda, quyosh nurlari bo'lmaganda va Antarktidaning meteorologik izolyasiyasi sharoitida, stratosferada harorat -80°C gacha pasayganda paydo bo'ladi. Tahmin qilish mumkinki, azot birikmalari kondensatsiyalanib, muzlaydi va bulut zarrachalari bilan bog'lanib qoladi hamda xlor bilan reaksiyaga kirishishga imkon topolmaydi. Xuddi shunday, bulut zarrachalari xlor rezervuarlaridan ozonni parchalanishini tezlashtirishi ham ehtimoldan holi emas. Bularning hammasi

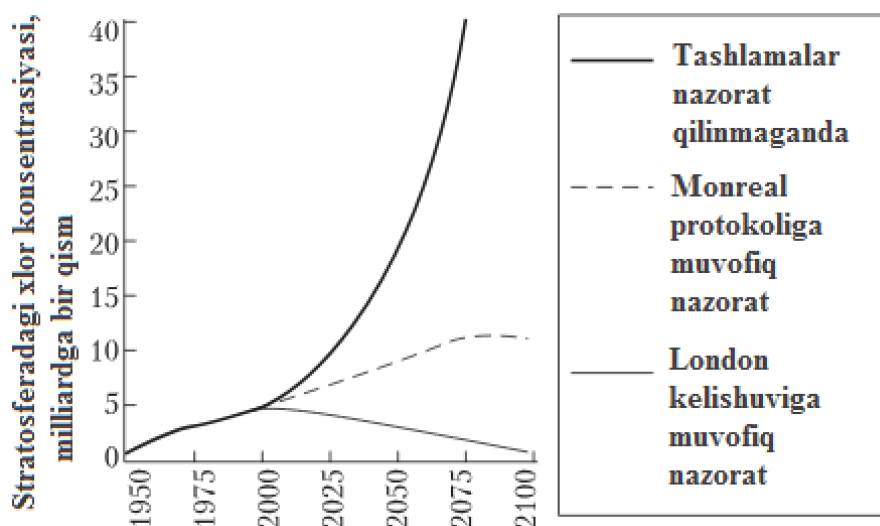
shundan dalolat beradiki, XFU faqat Antarktida atmosferasining ma'lum bir sharoitlarida ozon konsentratsiyasini sezilarli pasaytishi mumkin, o'rta kengliklardagi ozonga sezilarli ta'sir uchun faol xlori konsentratsiyasi hozirgidan ancha baland bo'lishi kerak.

Ikkinchidan, ozon qatlami yemirilishi natijasida ultrabinafsha nurlanish atmosferaga chuqurroq kirib boradi. Bu shuni anglatadiki, ozon paydo bo'lishi avvalgidek davom etadi, ammo ancha pastroqda, kislorod miqdori ko'p bo'lgan qatlamlardadir. Ammo, bu holda ozon qatlami atmosfera sirkulyasiyasiga ta'sirchan bo'ladi.

Birinchi pessimistik baholashlar qayta ko'rib chiqilgan bo'lsa-da, bu muammo yo'q degani emas. Faqatgina aynan hozir shoshilinch xavf yo'qligi ayon bo'ldi, xalos. Optimistik bashoratlarga ko'ra, atmosferada mavjud va bugungi kunda tashlanayotgan XFUlarining miqdori hozirgi kun darajasida saqlanganda biosferada jiddiy salbiy o'zgarishlar XXI-asrning ikkinchi yarmidan boshlanadi. SHunday ekan, XFUlardan foydalanishni qisqartirish masalasi o'z dolzarbligini yo'qotgani yo'q.

Monreal bayonnomasi tarixiy bitm bo'ldi. Ushbu bitmning hayotga tadbiiq etilishi o'sha davrning siyosiy sharoitlarida atrof muhit himoyachilari orzu qilgan darajadan ham oshib ketdi. Ammo tez orada shu ma'lum bo'ldiki, bu bitmda ko'zda tutilgan XFUlarni ishlab chiqarishni qisqartirish sur'atlari mutlaqo etarli emas ekan.

XFUlarining ishlab chiqarilishi 1986 yil darajasida qolganda yoki Monreal bayonnomasiga muvofiq muzlatib qo'yilganda, ozonni emiruvchi xlorning stratosferadagi konsentratsiyasi qanday o'zgarishi 4.7-rasmda keltirilgan.



4.7-rasm. Stratosferadagi XFU tashlanmalari natijasida paydo bo‘layotgan haqiqiy va bashorat qilinayotgan xlor konsentratsiyasi

1989 yilda AQSh va Evropa ittifoqi davlatlari 2000 yilga qadar eng keng foydalanadigan 5 xildagi XFULarni ishlab chiqarishni to‘xtatish haqida qaror qabul qilishdi. Ular dunyoning barcha davlatlarini ushbu pozitsiyani qo‘llab quvvatlashga chaqirdilar hamda ozon qatlamini davriy ravishda baholab, kerak bo‘lganda yanada qattiqroq choralarini qo‘llashni talab qildilar.

1990-yilda London shahrida, YUNEP tashabbusi bilan o‘tkazilgan 92 davlat hukumat a‘zolari ishtirokidagi muzokaralar natijasida 2000-yilgacha XFU ishlab chiqarishining butunlay to‘xtatilishi haqida kelishildi. Ular taqiqlangan moddalar ro‘yhatiga ozonni emiruvchi metilxloroform, to‘rtxlorli uglerodni va xlorbromuglevodorodlarni kiritdilar.

Muqobil kimyoviy birikmalarni yaratishda xalqaro texnik yordam ko‘rsatish fondiga asos solinmaguncha ba‘zi rivojlanmagan davlatlar hujjatni imzolashdan bosh tortishdi. AQSh ushbu fondga o‘z xissasini qo‘shishdan bosh tortganidan keyin, bitm xavf ostida qoldi, ammo oxir-oqibat fond tashkil etildi.

Stratosferada London bitimidan so‘ng, kutiladigan xlor miqdorining pasayishi 4.7-rasmla ko‘rsatilgan.

1989-yilda Xelsinki va 1992-yilda Kopengagendagi uchrashuvlarda Monreal shartnomasi shartlari qayta ko‘rib chiqildi va unga nisbatan talab kuchaytirildi, bu

rivojlangan davlatlarda 1996 yilga kelib XFU ishlab chiqarishni to'xtatish haqidagi bitim tuzilishiga olib keldi. Sanoat ushbu qabul qilingan qarorlarga qarshi chiqmay, XFU larni ishlab chiqarishni to'xtatishga rozi bo'ldi va bunday vaziyat hayot uchun xavfsiz muqobilliklarni izlashga majbur qildi.

Gidroxlorftoruglevodorodlar (GXFU), XFUga qaraganda ozon uchun 95% xavfsizroq bo'lib, ularni polistirol ko'pik ishlab chiqarishda qo'llaniladi, propan-butanning aralashmasi esa muzlatgichlar uchun sovutuvchi moddaning muqobilligi sifatida ishlab chiqildi.

Ta'kidlash joizki, XFU ishlab chiqarishning man etilganligiga qaramay, atmosferaga tushib ulgurgan barqaror birikmalar hali yana uzoq vaqt (o'n yillab) stratosfera ozoniga o'zining salbiy ta'sirini o'tkazib keladi. Shu sababli tabiatda qanday kimyoviy reaksiyalar bo'lib o'tishi va inson ularga qanday ta'sir qilishi mumkinligi haqida chuqurroq bilimlarga ega bo'lish uchun atrof muhit kimyosi sohasida bundan chuqur izlanishlari olib borilishi kerak.

Olib borilgan bunday izlanishlar ijobiy natijalar bera boshladi. Muzlatgichlar va konditsionerlarda mavjud xladogentlar, ushbu agregatlarni ta'mirlash ishlari mobaynida yoki ishlash muddati yakunida odatda havoga chiqazib yuboriladi. Hozirgi kunda ushbu xladagentlarni rekuperatsiyalash, tozalash va qayta ishlatishning zamonaviy uslublari ishlab chiqilgan. XFUlar o'rnini bosa oladigan ba'zi xladogentlar anchadan beri ma'lum (ular XFU sintezlanishidan avval qo'llangan), hozirgi paytda boshqa muqobilliklarni ham izlash ishlari olib borilmoqda.

Elektron va aviakosmik tashkilotlar tomonidan elektron plata va samolyot detallarini tozalash uchun muqobil eritgichlar ishlab chiqildi. SHuningdek ular ishlab chiqarish jarayonlarini qaytadan tashkil qilishdi va bu qayta-qayta yuvishlarni istisno qilib, natijada yuqori iqtisodiy samaraga erishildi. AQSH va Yaponiyaning bir necha korxonalarini koalitsiya tashkil qilib, o'z izlanishlari natijalarini butun dunyoda elektron mahsulot ishlab chiqaruvchilarga bepul tarqatishdi va shu tariqa ularga XFUlardan voz kechishga yordam berishdi. Kimyo kompaniyalari gidrogenereratsiyalangan XFU larni (ularning ozon emirish

qobiliyati 2-10 foizni tashkil etadi) sintez qilish va alohida sohalarda XFUlar o'rnini bosadigan mutlaqo yangi moddalarni olish yo'lidan borishmoqda. Izolyasiya uchun qo'llaniladigan penoplast endi boshqa gazlar bilan puflanmoqda, gamburgerlar qog'ozga yoki kartonga o'rالمoqda, iste'molchilar bir martalik plastik stakanchalar o'rniga, keramik kofe chashkalariga qaytdilar. Sanoat ushbu kimyoviy birikmalardan xalqaro muzokaralarda ko'zda tutilgandan ko'ra ham, sezilarli darajada kam harajatlar va kam iqtisodiy yo'qotishlar bilan voz kechishga harakat qilmoqda. Ko'pgina davlatlarda XFU o'rnini bosuvchi yangi moddalarni ishlab chiqish bo'yicha ishlar olib borilmoqda va bu ishlarda sezilarli amaliy natijalar olinmoqda. Shu narsa ayon bo'ldiki, dunyo XFUlargasiz ham yashay oladi.

Nazorat savollari

1. Sayyoraning ozon qatlami nima, "ozon tuynugi" nima?
2. Dengiz suvi sathidan balandlashganda, geografik kengliklar, yil vaqti o'zgarishi bilan atmosferada ozon miqdori qanday o'zgaradi?
3. Dobson va ppt birliklarida o'lchangan ozon konsentratsiyasini solishtirish mumkinmi?
4. Ozonning "nol" sikli bu nima?
5. Qanday jarayonlar ozonning "nol" siklini buzishga olib keladi?
6. Qanday jarayonlar ozonning "nol" siklini buzuvchi xlorli, vodorodli va azotli sikllarning uzilishiga olib keladi? Reaksiya tenglamalarini yozing.
7. Antarktida ustida "ozon tuynugi" hosil bo'lishi sabablarini tahlil qiling.
8. Arktika ustida "ozon tuynugi" hosil bo'lishi sabablarini tahlil qiling.
9. Troposfera va stratosferaga xlorftoruglevodorodlar va azot oksidlari tushishining asosiy manbalari va yo'llari qanday?
10. Xlorftoruglevodorodlar qanday kodlanadi?
11. XX asr oxirlarida atmosferada ozon konsentratsiyasi qanday almashgan?
12. Planetada ozon qatlamini saqlash bo'yicha xalqaro shartnomalarga misollar keltiring.

13. Nima uchun konsentratsiyasi kislorodnikidan kam bo'lgan erkin radikallar, ozon va boshqa oksidlovchilar atmosfera havosida qo'shimchalarning oksidlanishi jarayonlarida katta rol o'ynaydi?

14. Troposferada harorat inversiyasi sodir bo'lishiga nimalar sababchi bo'ladi?

15. Atmosfera siklida azot va uning birikmalari manbalarini, kelish masshtablari va chiqish yo'llarini ta'riflab bering.

16. Atmosferaga organik birikmalar tushishining asosiy manbalarini ko'rsating va ko'lamlarini baholang.

17. Metan va uning gomologlarining fotokimyoviy oksidlanishi jarayonlarining asosiy yo'nalishlari sxemasini keltiring.

18. Nima uchun azot oksidi ishtirokida metan va uning gomologlari oksidlanishi jarayonida ozon hosil bo'lishi mumkin? Reaksiya tenglamasini yozing.

5-BOB

NOORGANIK MODDALARNING ATMOSFERADAGI KIMYOVIY O‘ZGARISHLARI

Talaba fanni o‘zlashtirgandan so‘ng :

- Kislotali yomg‘irlar, tabiiy suvlar ishqoriyligi, suvning qattiqligi, suv havzalarini achib qolishi bu nima ekanligini **bilishi**;
- Karbonat tizimi komponentlari miqdorini va eritmaning pH ini bilib, tabiiy suvlarning ishqoriyligini tajribada aniqlash va hisoblashni **bajara olishi**;
- Tabiiy suvlarning ishqoriyligini tajribada aniqlash usullarini qo‘llash ko‘nikmalariga **ega bo‘lishi kerak**.

Kislotali yomg‘irlarning hosil bo‘lishi va xususiyatlari. So‘nggi yuz yillik davomida inson faoliyatining faollashuvi tabiatda yuzaga kelgan muvozanatning buzilishiga olib keldi. Natijada atrof muhit muhofazasi bilan bog‘liq ko‘pgina muammolar yuzaga keldi.

Muhim ekologik muammolar orasida yer havo havzasining antropogen kelib chiqqan qo‘shimchalar bilan tobora ifloslanib borishi eng ko‘p tashvishga solmoqda. Atmosfera havosi biosferadagi hayotning, shu jumladan odamlar faoliyatining asosiy muhiti hisoblanadi. So‘nggi yillarda sanoat va ilmiy –texnik taraqqiyot davrida antropogen kelib chiqqan gaz va aerozollarning atmosferaga ajratilishi hajmi ortib ketdi. Taxminiy ma‘lumotlarga ko‘ra, atmosferaga har yili millionlab tonna oltingugurt, azot oksidlari, galogenli va boshqa birikmalar kelib tushadi. Atmosfera ifloslanishining asosiy manbalari mineral yoqilg‘ida ishlaydigan energetik qurilmalar, qora va rangli metallurgiya korxonalar, kimyo va neft gaz sanoati, aviatsiya hamda avtomobil transportidir. Atmosferaga tushgan ko‘pgina ifloslovchilar havo komponentlari ishtirokida kimyoviy va fotokimyoviy o‘zgarishlarga uchraydi. Kimyoviy o‘zgarishlar natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlar cho‘kmalar xolida yoki yer yuzasiga aerozol bo‘lib tushib atmosferadan yo‘qoladi. Biologik ob‘ektlar, qurilish konstruksiyalari va boshqa jismlar yuzasida, ifloslovchilar va ular o‘zgarishlarining mahsulotlari organik

moddalar, metallar va noorganik materiallarning fizik kimyoviy buzilishi jarayonlarini tezlashtiradi.

Tirik tabiatga atmosfera ifloslovchilari, inson ishlab chiqarish faoliyati mahsulotlari bilan keltiriladigan zarar nihoyatda kattadir: o'rmonlarni yo'q bo'lib ketishi, suv havzalarining ifloslanishi, allergik kasalliklarning keng tarqalishi, atmosferada agressiv qo'shimchalarning yuqori konsentratsiyasi bilan bevosita bog'liq ekotizimlarda biologik muvozanatning buzilishi shular jumlasidandir.

Atmosferada mavjud oltingugurtning eng muhim bo'lgan birikmalariga oltingugurt (IV) oksidi, oksisulfid, oltingugurtuglerod, oltingugurtvodorod i dimetilsulfidlar kiradi. So'nggi to'rtta birikma atmosferada kuchli oksidlanishi oqibatida oltingugurt (IV) oksidi, ya'ni SO_2 ga yoki sulfat kislota tuzlari (sulfatlar)ga aylanadi. Inson faoliyati natijasida oltingugurt (IV) oksidining miqdori eng ko'p o'zgaradi.

Kuchli ifloslangan hududlarda SO_2 ning miqdori quruqlik va okeandagi me'yoriy qiymatidan minglab va hatto o'n minglab marta ortib ketgan. Tabiiy manbalardan hosil bo'ladigan oltingugurtning boshqa birikmalari konsentratsiyasi yer yuzasiga yaqin joyda ozmi ko'pmi bir xil. Qattiq va suyuq holatdagi oltingugurt birikmalaridan e'tiborga olinadiganlari faqat sulfat kislota va uning tuzlari, masalan, ammoniy sulfat va dengiz tuzlaridir.

Yuqorida aytganimizdek, oltingugurt birikmalari qisman tabiiy va qisman antropogen yo'l bilan atmosferaga tushadi. Quruqlik yuzasi ham, okean va dengiz yuzalari kabi, tabiiy manba rolini o'ynaydi. Odatda inson faoliyati quruqlik bilan chegaralanadi, shuning uchun biz faqat ushbu hududning oltingugurt bilan ifloslanishini inobatga olishimiz mumkin.

Oltingugurt tabiiy emissiyasining uchta asosiy manbalari mavjud:

1. Biosferaning buzilishi jarayonlari. Bunda anaerob (kislordsiz harakat qiladigan) mikroorganizmlar yordamida organik moddalarning turli buzilish jarayonlari sodir bo'ladi. Ulardagi mavjud oltingugurt hisobiga gaz holatidagi birikmalar hosil bo'ladi. Ma'lum bir anaerob bakteriyalar tabiiy suvlarda erigan

sulfatlardan kislorodni tortib oladi, natijada oltingugurtli gaz birikmalari hosil bo'ladi.

Ko'rsatilgan moddalardan atmosferada eng avvalo oltingugurt vodorodi, keyinchalik o'lchov asboblari va havo na'munalarini olish usullari rivojlanishi bilan oltingugurtning qator organik, gaz holatidagi birikmalari topilgan. Ushbu gazlarning eng muhim manbasi botqoq, dengiz qirg'oqlarining quyilish va oqish zonalari, ko'p miqdorda organik moddalar saqlagan daryo etagi tuproqlari hisoblanadi.

Dengiz yuzasida ham sezilarli miqdorda oltingugurt vodorodi bo'lishi mumkin. Uning hosil bo'lishida dengiz suv o'tlari ishtirok etadi. Taxmin qilish mumkinki, biologik yo'l bilan oltingugurt ajralishi yiliga 30—40 mln tonnadan oshmaydi, bu hamma ajraladigan oltingugurt miqdorining uchdan bir qismiga yaqiniga to'g'ri keladi.

2. Vulqonlar faoliyati. Vulqon otilganda atmosferaga katta miqdordagi SO₂ bilan birga oltingugurt vodorodi, sulfatlar va elementar oltingugurt kelib tushadi. Ushbu birikmalar asosan, atmosferaning quyi qatlami bo'lmish troposferaga tushadi, lekin ba'zi bir katta kuchdagi otilishlarda yuqori qatlam – stratosferada ham oltingugurt birikmalari konsentratsiyasining ortganligini kuzatishimiz mumkin. Vulqon otilishidan har yili o'rtacha 2 mln tonna oltingugurt saqlovchi birikmalar atmosferaga kelib tushadi. Biologik tashlamalarga nisbatan olinganda ushbu miqdor troposfera uchun ko'p emas, stratosfera uchun esa bu ahamiyatli, chunki vulqon otilishi stratosfera uchun asosiy oltingugurt manbai hisoblanadi.

3. Okean yuzasi. Okeanlar yuzasidan atmosferaga tushgan suv tomchilari bug'langandan so'ng, natriy, xlor ionlari bilan bir qatorda oltingugurt birikmalari - sulfatlarni saqlagan dengiz tuzi qoladi. Dengiz tuzi zarrachalari bilan birga atmosferaga 50—200 mln t oltingugurt tushadi, bu oltingugurtning biologik yo'l bilan tushishiga qaraganda ancha ko'pdir. SHu bilan birga, tuz zarrachalari o'zining katta hajmi tufayli atmosferadan tez tushib ketadi va shu tariqa oltingugurt juda kichik miqdorda atmosferaning yuqori qatlamlariga tushadi yoki yer ustida sochilib ketadi. Shuni hisobga olish kerakki, dengiz sulfatlaridan oltingugurt

kislotasi paydo bo'lmaydi, shuning uchun ular kislotali yomg'irlar manbai bo'lib xizmat qila olmaydi. Ularning ta'siri faqat bulutlar va yog'ingarchiliklarni tartibga solishda ko'rinadi.

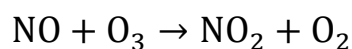
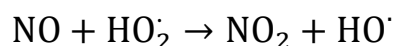
Inson faoliyati natijasida atmosferaga katta miqdorda oltingugurt birikmalari asosan uning dioksidi ko'rinishida tushadi. Ushbu birikmalarning manbalari ichida birinchi o'rinni binolar va elektrostansiyalarda yoqiladigan ko'mir egallaydi, u antropogen tashlamalarning 70 foizini tashkil qiladi. Ko'mir tarkibida (ayniqsa qo'ng'ir ko'mirda) oltingugurt miqdori yetarlicha ko'p (bir necha foiz). YOnish jarayonida oltingugurt oltingugurtli gazga aylanadi, ammo bir qismi kulda qattiq holda qoladi.

Tozalanmagan neftdagi oltingugurt miqdori ham qazib olingan joyiga qarab (0,1-2%) yetarlicha katta bo'ladi. Neft mahsulotlarining yonishi jarayonida ko'mir yonishiga qaraganda ancha kamroq oltingugurt gazi paydo bo'ladi.

Oltingugurt dioksidi hosil bo'lishi manbaalariga alohida sanoat sohalarini, masalan metallurgiya sohasi, oltingugurt kislotasi ishlab chiqarish va neftni qayta ishlash korxonalarini kiritishimiz mumkin. Transport ajratadigan oltingugurtli birikmalarning ifloslantiruvchi ta'siri katta emas, asosiy e'tiborni ko'proq azot oksidlariga qaratish lozim. Shunday qilib, har yili inson faoliyati natijasida atmosferaga 60-70 mln. tonna oltingugurt dioksidi ko'rinishida oltingugurt kelib tushadi. Atmosferaga tashlanayotgan oltingugurt birikmalarining tabiiy va antropogen yo'l bilan tashlanishini taqqoslasak, odamlar atmosferani tabiatga qaraganda 3-4 barobar ko'proq ifloslantirishi ayon bo'ladi. Bu birikmalar ayniqsa sanoati rivojlangan hududlarda, birinchi navbatda Evropada va Shimoliy Amerikada ko'p to'planadi, ya'ni antropogen tashlamalar miqdori tabiiy tashlanmalardan bir necha marta ko'proqdir. Odamlar faoliyati bilan bog'liq tashlamalarning taxminan yarimi (30-40 mln t) Evropaga to'g'ri keladi.

Azot birikmalarining turlari. Atmosfera tarkibiga bir qator azotli mikromoddalar kiradi, lekin kislotali sedimentatsiyada ulardan faqat ikkitasi ishtirok etadi: azot oksidi va dioksidi, ular bilan atmosferada kechadigan reaksiyalar natijasida azot va azot kislotalari hosil bo'ladi.

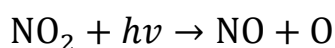
Azot (II) oksidi oksidlovchi moddalar (masalan ozon)va ularning ozod radikallari ta'sirida azot (IV) dioksidiga aylanadi:



Bir qarashda, ushbu yuqorida ko'rsatilgan oksidlanish jarayonlari natijasida azot (II) oksidini hisobga olmasa bo'ladigandek ko'rinadi. Ammo bunday emas, buni esa ikkita sababi bor:

Birinchi sabab shundan iboratki, azot oksidi ko'p xollarda aynan azot (II) oksidi ko'rinishida ajraladi, NO holatidan NO₂ ga to'liq o'tishiga esa vaqt kerak. Ikkinchi sabab ushbu, ifloslanish manbalariga bevosita yaqinlikda azot (II) oksidining miqdori azot (IV) oksidiga qaraganda ko'proq bo'lib, bu nisbat tozaroq hududlarga yaqinlashgan sayin azot dioksidi tarafga o'zgaradi.

Masalan, okean ustida bo'lgan toza havo tarkibidagi azot oksidining miqdori azot dioksidining bor-yo'g'i bir necha foizini tashkil etadi. Ushbu gazlarning nisbati NO₂ fotodissotsiatsiyasi natijasida o'zgarishi mumkin:



Azot oksidlaridan hosil bo'luvchi azot kislotasi ham atmosferadagi kislotali muhitni yuzaga keltiradi. Havo tarkibidagi azot kislotasi neytrallashtirilsa, atmosferada aerosol shaklidagi tuzlar hosil bo'ladi. Shu bilan birga ammiakni qandaydir kislotalar bilan birikishidan hosil bo'ladigan ammoniy tuzlari ham shular jumlasidandir.

Azot birikmalarining manbalari ham tabiiy, ham antropogen bo'lishlari mumkin. Eng muhim tabiiy manbalarga quyidagilar kiradi:

- **Azot oksidlarining tuproq emissiyasi.** Tuproqda yashovchi denitrifikatsion bakteriyalar faoliyati natijasida nitratlardan azot oksidlari ajraladi. Hozirgi ma'lumotlarga ko'ra, sayyoramizda har yili 8 mln t azot oksidi hosil bo'ladi;

- **Momaqaldiraqlar.** Momaqaldiraqlar paytida juda baland harorat va plazma holatiga o'tishi tufayli molekulyar azot va kislorod azot oksidini hosil

qiladi. Plazma holatida atomlar va molekularlar ionlashib, kimyoviy reaksiyaga oson kirishadi. Ushbu usulda hosil bo'lgan azot oksidining miqdori yiliga 8 mln tonnani tashkil etadi;

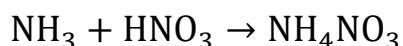
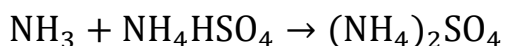
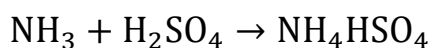
- **Biomassaning yonishi.** Bu manba ham tabiiy, ham antropogen bo'lishi mumkin. Biomassaning eng katta miqdori o'rmonlarning yondirilishi (ishlab chiqarish maydonlari olish uchun) yoki yong'in jarayonida ajraladi. Biomassaning yonishi jarayonida havoga bir yilda 12 mln t azot oksidi ajralib chiqadi;

- Azot oksidining qolgan tabiiy manbalari ahamiyati katta emas. Ularga ammiakning atmosferada oksidlanishi, stratosferadagi azot (I) oksidining parchalanishi kiradi, natijada hosil bo'lgan NO₂ troposferaga qayta tushadi, va nihoyat, okeanlarda fotolitik va biologik jarayonlar yuz beradi. Ushbu tabiiy manbalar birgalikda yiliga 2 mln tonnadan 12 mln tonnagacha azot oksidini ishlab chiqaradi.

Azot oksidining antropogen manbalari ichida eng asosiylari bu qazib olinadigan yoqilg'i turlarining (neft, gaz, ko'mir v.k.) yonishidir. Yonish mobaynida baland harorat tufayli havo tarkibidagi azot va kislorod birlashadilar. Bundan tashqari, yoqilg'i tarkibidagi azot saqlovchi moddalar yonishi natijasida ham azot oksidlari hosil bo'ladi. Yoqilg'i yonishi natijasida odamlar har yili havoga 12 mln tonna azot oksidini ajratadi. Azot oksidlarining yana bir katta manbasi – bu transport vositalaridir.

Umuman olganda, azot oksidining tabiiy va sun'iy tashlamalari miqdorlari taxminan teng, ammo oltingugurt birikmalari singari, ular yerning cheklangan hududlarida to'plangan. Ta'kidlash joizki, azot oksidi tashlamalarining miqdori, oltingugurt dioksididan farqli o'laroq, har yili ortib bormoqda va shu bois kislotali yomg'irlar hosil bo'lishida muhim rol o'ynamoqda.

Suvli eritmada ishqoriy reaksiya beradigan atmosferadagi ammiak kislotali yomg'irlarni boshqarishda faol ishtirok etadi, zero u quyidagi reaksiyalar yordamida atmosferaning kislotali birikmalarini neytrallashi mumkin.



Atmosfera ammiakining eng muhim manbasi bu - tuproqdir. Tuproq tarkibidagi organik moddalar muayyan bakteriyalar bilan parchalanadi, bu jarayonning oxirgi mahsulotlaridan biri bu ammiakdir. Olib borilgan tajribalar natijasida bakteriyalar faolligi avvalambor tuproqning harorati va namligiga bog'liqligi aniqlangan. Yuqori geografik kengliklarda (Shimoliy Evropa va Shimoliy Amerika), ayniqsa qish oylarida tuproqdan ammiak chiqishi ko'p bo'lmasligi mumkin. Ammo bu vaqtda ushbu kengliklarda oltingugurt dioksidi va azot oksidining yuqori darajadagi emissiyasi kuzatiladi, buning natijasida atmosferadagi kislotalar neytrallashtirilmaydi va shu tariqa kislotali yomg'irlar yog'ishi xavfi ortadi.

Shuningdek, ammiak katta miqdorda uy hayvonlari peshobi parchalanishi jarayonida ham ajraladi. Ushbu ammiak manbasi shunchalik kattaki, masalan Evropada ammiakning tuproqdan hosil bo'lishidan ham ko'proq. Tabiiyki, bu jarayon ham haroratga bog'liq bo'lib, sovuq qish oylarida bu jarayon tezligi pasayadi.

Ammiakning jiddiy manbalaridan yana biri - sun'iy o'g'itlarni ishlab chiqarish va ularni yerga solishdir. Ko'mir va transport vositalari yonilg'isi yonishi natijasida atmosferaga ajraladigan ammiakning miqdori bulardan kamroq.

Kislotali moddalarning atmosferaga tarqalishi. Yer yuzasiga yaqin manbalardan ajralayotgan ifloslantiruvchi moddalar bir joyda turib qolmay, qisman o'zgargan holda vertikal va gorizontal yo'nalishlarda tarqalib ketadi. Dastlab konveksion (tartibga solingan vertikal) yoki turbulent (tartibga solinmagan) harakatlar natijasida sodir bo'ladigan vertikal aralashishni ko'rib chiqamiz. Atmosferaning tuzilishi va holatidan kelib chiqib aralashish faqat ma'lum bir balandlikkacha boradi. Ushbu balandlik birinchi navbatda vertikal bo'ylab haroratning taqsimlanishiga bog'liq. Ma'lumki, yer yuzasidan yuqoriga ko'tarilgan sayin havo harorati har 100 metrda o'rtacha 0,6°C ga pasayadi.

Yer yuzasidan 8—18 km balandlikda haroratning bunday pasayishi to‘xtaydi, bundan tashqari, yuqoriroq ko‘tarilganida haroratning isishini kuzatish mumkin. Haroratning qarama-qarshi yo‘nalishga o‘zgaradigan qatlami **tropopauza** deb nomlanadi, u bilan yer yuzasi orasidagi bo‘shliq troposferadir. Tropopauza balandligi geografik kenglikka bog‘liq bo‘lib, o‘sha joy uchun doimiy bo‘lib qoladi.

Undan yuqorida stratosfera joylashgan, u yerda vertikal yo‘nalishdagi isish qisqa to‘lqinli nurlarni yutish va fotokimyoviy reaksiyalarni amalga oshishi natijasida sodir bo‘ladi.

Atmosferadagi ikki qatlamni ajratib turuvchi tropopauza muhim rol o‘ynaydi, u troposfera va stratosfera orasida ekran qatlami sifatida ta‘sir ko‘rsatadi. Oqimni yuqoriga harakatlanishining fizik sharoiti bu havoning xuddi shu yo‘nalishdagi harorati pasayishidir. SHuning uchun tropopauzada aralashish sekinlashadi, ifloslovchi moddalar endi stratosferaga faqatgina diffuziya (molekulyar harakat) yordamida kirishi mumkin. Diffuziya jarayoni juda sekin boradi, troposferada uzoq bo‘lmaydigan ifloslovchilar stratosferaga deyarli tushmaydi.

Boshqa bir tarafdin e‘tibor berilganda, troposferada uzoq vaqt yashovchi moddalar (masalan, troposferada bo‘lish vaqti 10 yillab o‘lchanadigan freonlar) stratosferaga tushishi mumkin. Troposferada qisqa vaqt ichida mavjud bo‘ladigan mikroelementlar (azot va oltingugurt birikmalari) atmosferaning yuqoriroq qatlamlariga boshqa yo‘llar bilan masalan, vulqon otlashlarida yoki stratosferaga uchish vaqtlarida tushishlari mumkin. Shunday qilib, tropopauzaga qaytib shuni aytish mumkinki, balandlikka proporsional ravishda haroratning ko‘tarilishi natijasida ushbu yuqorilikda aralashish to‘xtaydi.

Shu bilan bir vaqtda, tropostferaning quyi qatlamlarida, yer yuzasiga yaqin joyda harorat inversiyasi, ya‘ni uning qarama-qarshi yo‘nalishda o‘zgarishi kuzatiladi, bu ham vertikal aralashishning to‘xtashiga olib keladi. Ba‘zida inversiyani oddiy ko‘z bilan ilg‘ash mumkin. Masalan, Budapeshtda, ayniqsa qish oylarida, havoning pastki ifloslangan va yuqoridagi toza qatlami o‘rtasidagi aniq

chegarani ko‘rish mumkin. Ushbu chegarada ifloslovchi moddalarning vertikal aralashuvi to‘xtaydi. Yuzaga yaqin qatlam aralashish qatlami deb ataladi. Uning balandligi mavsumga va meteorologik sharoitlarga bog‘liq. Inversiya ifloslanish manbaidan pastroqda joylashgan bo‘lsa, tropopauza aralashishning yuqori chegarasida bo‘ladi.

Tabiiyki, kislotali ifloslovchi moddalar nafaqat vertikal, balki gorizontal yo‘nalishlarda ham tarqaladi. Ushbu jarayon havoning tartibli harakatida shamol tezligi yo‘nalishida adveksiya ta‘sirida yoki turbulent (tartibsiz) harakat natijasida sodir bo‘ladi. Katta masofalarda adveksiya xal qiluvchi omil hisoblanadi. Ifloslovchi moddaning bitta molekulasini o‘rtacha o‘tadigan masofa nafaqat shamol tezligi, balki molekulaning atmosferada bo‘lish vaqtiga ham bog‘liq.

Atmosferada mavjud moddalar, shu jumladan uning asosiy komponentlari, ma‘lum bir vaqtdan so‘ng kimyoviy reaksiyaga kirishadi yoki atmosferadan yer yuzasiga cho‘kma ko‘rinishida tushadi. Moddalarning yuzaga bunday tushishi **sedimentatsiya** deb ataladi. Birikmalar molekularining atmosferada o‘rtacha o‘tkazadigan vaqti - bo‘lish vaqti deyiladi. Moddaning atmosferada bo‘lish vaqti qancha qisqa bo‘lsa, uning fazoda va vaqtda o‘zgarish qobiliyati shuncha yuqori bo‘ladi. Masalan, troposferada azot (I) oksidi konsentratsiyasi yetarlicha doimiy bo‘lib, o‘lchovlar qayerda va qachon olib borilganiga bog‘liq emas, chunki uning atmosferada bo‘lish vaqti 25 yilga yaqin.

Azot (IV) oksidi konsentratsiyasi hosil bo‘lish vaqti va joyiga bog‘liq ravishda sezilarlicha o‘zgarishi mumkin. Uning bo‘lish vaqti sakkiz, o‘n kunga teng, oltingugurt dioksidi uchun esa bu ko‘rsatkich undan ham kichik - atigi ikki sutka. Bu, tabiiyki SO₂ ning har bir molekulasini atmosferadan aniq ikki sutkada yo‘qoladi degani emas, chunki har bir molekulaning hayot vaqti o‘rta qiymat atrofida bo‘ladi.

SO₂ uchun ushbu ikki sutkalik bo‘lish vaqti nimani anglatadi? SHamol yordamida oksid o‘rtacha qanday masofagacha tarqalishi mumkin? SHamol tezligini ko‘pincha yer yuzasidan 1 km balandlikda bo‘ladigan 10 m/s, deb olamiz. SO₂ ning bitta o‘rtacha molekulasini “shamol qanotlari” da tashlangan joyidan

taxminan 2000 km uzoqlikka ketishini hisoblab chiqish qiyin emas. Tuproq yuzasidagi shamol tezligining o'rtacha qiymatini e'tiborga olsak, molekulaning o'rtacha bosib o'tgan yo'li 500 km ni tashkil etadi. Shunday qilib, SO₂ molekulasi o'rtacha 1000 km masofagacha bosib o'tishi mumkin.

Azot oksidi uchun bu masofa uning bo'lish vaqti uzoq bo'lganligi sababli yanada katta bo'lishi mumkin.

Ifloslovchi moddalarning bunday katta ko'lamlarda tarqalishi ko'plab xalqaro muammolarni keltirib chiqaradi. Havoning ifloslanishi chegara bilmaydi, bitta davlatdagi ifloslovchi moddalar tashlamasi boshqa davlat hududiga ham tarqalishi mumkin. Masalan, Skandinaviya davlatlaridagi kislotali yomg'irlar hosil bo'lishi bilan G'arbiy Evropada oltingugurt va azot oksidlari emissiyasi o'rtasida yaqin bog'liqlik mavjud. BMT Evropa iqtisodiy komissiyasining Evropada katta masofalarga ifloslovchi havo moddalarini tarqalishini birgalikda kuzatish va baholash dasturi doirasida u yoki bu Evropa davlati, masalan, Skandinaviya mamlakatlariga kislotali yomg'irlar tushishi uchun qanchalik javobgar ekanligini hisoblab chiqdi. Bunda bir davlatdan chiqib ketib boshqa davlatga tushadigan ifloslovchi moddalar miqdori hisobga olindi. Hisob-kitoblar moddalarning ushbu hududda aylanma harakati bo'yicha olib borildi. Agar biror bir mamlakat hududida ifloslovchi modda (masalan oltingugur yoki azot dioksidi) tashlanmasi uning atmosferadan doimiy yoki o'zgargan shaklida tushishidan ortsa, ushbu mamlakat balansi manfiy, ya'ni u o'zi ifloslanishidan ko'ra ko'p ifloslayotgan bo'lib chiqadi. Masalan, Vengriya oltingugurt bo'yicha manfiy balansda, ayni vaqtda azotning kislotali birikmalari bo'yicha nisbiy muvozanatdadir.

Ifloslovchi moddalarning davlatlar o'rtasida havo massasi bilan birga siljishini va shu tariqa tarqalishini kuzatish mumkin. Turli meteorologik ma'lumotlardan foydalanib, havo massasi 0; 3; 6;... 36 soatdan keyin qaysi aniq bir hududda joylashishini aniqlash mumkin. Tabiiyki, har bir ifloslantiruvchi manbaning ta'siri tahlil olinayotgan joyiga qanchalik yaqinligiga bog'liq. Ifloslanish manbasi kam ahamiyatli bo'lib, ammo yaqin joylashgan bo'lsa, u

uzoqroqda bo'lgan kuchliroq ifloslantiruvchidan ham kuchliroq ta'sir qilishi mumkin.

Shunday qilib, biz, vertikal aralashish (konveksiya) va gorizontali tarqalish (adveksiya) bilan tanishib chiqdik. Ta'kidlash joizki, ushbu ikki jarayonni faqat nazariy ajratish mumkin, hayotda esa ular parallel ravishda sodir bo'ladi. Ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini matematik ta'riflash (modellash) uchun ularning kimyoviy o'zaro ta'sirini, mikroelementlar sedimentatsiyasini, havo oqimlariga relief ta'sirini hisobga olish kerak. Bunday matematik modellar juda murakkab. Ammo ba'zi soddalashtirilgan modellar bilan yaxshi natijalar olish mumkin.

5.1. Atmosferadagi ifloslantiruvchi kislotali moddalarning kimyoviy o'zgarishlari.

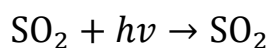
Havoga chiquvchi ifloslantiruvchi moddalar atmosferada ko'p darajada fizik va kimyoviy ta'sirga uchraydilar. Ushbu jarayonlar moddalarning tarqalishi bilan bir vaqtda boradi. Ko'p hollarda ifloslantiruvchi moddalar qisman yoki butunlay kimyoviy o'zgarishga uchrab, cho'kmaga tushadi va shu tariqa o'z agregat holatini o'zgartiradi.

Atmosfera kislotali mikroelementlari (moddalar) bilan sodir bo'ladigan kimyoviy va shakl o'zgarishlarini batafsil ko'rib chiqamiz.

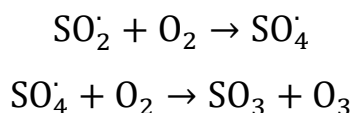
5.1.1. Oltinugurt birikmalarining kimyoviy o'zgarishlari.

Oltinugurt atmosferaga 4ga teng oraliq oksidlanishi darajasi bilan tushadi. Agar oltinugurt havoda yetarlicha uzoq vaqt turib qolsa, havo tarkibidagi oksidlovchi moddalar uni oltinugurt kislotasiga yoki sulfatlarga aylantiradi. Birinchi navbatda, kislotali yomg'irlar nuqtai nazaridan eng muhim bo'lgan oltinugurt dioksidini ko'rib chiqamiz.

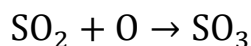
Oltinugurt dioksidi ishtirokidagi reaksiyalar ham gomogen, ham geterogen muhitda sodir bo'lishi mumkin. Gomogen reaksiyalardan biri bu oltinugurt dioksidining spektrning ultrabinafsha sohasiga yaqin ko'rish sohasida fotonlar bilan reaksiyasidir:



Ushbu jarayon natijasida asosiy holatiga qaraganda ortiqcha energiyaga ega bo'lgan faol molekulalar hosil bo'ladi (yulduzcha faol holatni bildiradi). Oltinugurt dioksidining faollashgan molekulalari "normal" molekulalardan farqli o'laroq, havo tarkibida katta miqdorda bo'lgan molekulyar kislorod bilan kimyoviy ta'sirlashib, ozod radikal, oltinugurt (VI) oksidi va ozonni hosil qilishi mumkin:



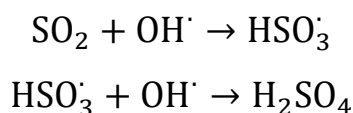
Hosil bo'lgan oltinugurt (VI) oksidi atmosfera suvi bilan tez aloqaga kirishib, oltinugurt kislotasiga aylanadi, shuning uchun oddiy atmosfera sharoitlarida SO_3 havoda katta miqdorlarda bo'lmaydi. Bir vaqtning o'zida SO_2 atomar kislorod bilan ham reaksiyaga kirishishi mumkin:



Ushbu reaksiya azot (IV) oksidining miqdori nisbatan katta bo'lgan muhitda sodir bo'ladi, unda quyosh nurlari ta'sirida atomar kislorod ajraladi.

Yuqorida keltirilgan atmosferadagi oltinugurt dioksidining o'zgarishi mexanizmlari muhim ahamiyatga ega emasligi so'nggi yillarda aniqlandi, chunki ushbu reaksiyalar asosan ozod radikallar ishtirokida bo'lib o'tadi. Fotokimyoviy jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan ozod radikallar tarkibida juftsiz elektron mavjud, shu sababli ular reaksiyaga yuqori kirishuvchandir.

Bunday reaksiyalardan biri quyidagicha kechadi:



Buning natijasida havoda va aerosol zarrachalar yuzasida kondensatsiyalanadigan oltinugurt kislotasi molekulalari hosil bo'ladi. Oltinugurt (IV) oksidini o'zgarishlari geterogen muhitda ham sodir bo'ladi.

Geterogen o'zgarish deb biz gaz fazasida emas, balki atmosferadagi tomchilar yoki zarrachalar yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyani tushunamiz.

Oltinugurt (IV) oksididan tashqari atmosferada sezilarli miqdorda boshqa tabiiy oltinugurt birikmalarini uchratish mumkin, ular ham oxir-oqibat oltinugurt kislotasigacha oksidlanadi.

5.1.2. Azot birikmalarining kimyoviy o'zgarishlari

Tashlamalar tarkibiga kiruvchi azot birikmalaridan eng ko'p tarqalgani bu kislorod bilan aloqaga kirganda azot dioksidi hosil qiluvchi azot (II) oksididir. Azot dioksidi gidroksid radikali bilan reaksiyaga kirishib azot kislotasiga aylanadi:



Bunday yo'l bilan hosil bo'lgan azot kislotasi, yomon kondensatlanishi tufayli uzoq vaqt gaz holatida qolishi mumkin. Boshqacha qilib aytganda, azot kislotasi oltinugurt kislotasiga qaraganda ko'proq uchuvchandir. Azot kislotasi bug'lari bulutlar, yog'ingarchiliklar tomchilari yoki aerazol zarrachalari tomonidan yutiladi.

Ifloslantiruvchi moddalar aylanma harakatidagi yakunlovchi bosqich bu sedimentatsiya bo'lib, u ikki yo'l bilan sodir bo'lishi mumkin: birinchisi - nam sedimentatsiya, ya'ni cho'kmalarning yuvilishi; ikkinchisi - quruq sedimentatsiya, ya'ni cho'kmalarning tushishi. Ushbu jarayonlarning yig'indisi kislotali sedimentatsiyani tashkil etadi.

Kislotali moddalarning atmosferadan yuvilishi bulutlar va yog'ingarchiliklar hosil bo'lish jarayonida bo'ladi. Bulutlarni hosil bo'lishining asosiy sharoitlaridan biri bu o'ta to'yinishdir. Bunday holat, havoda u tegishli haroratda barqarorligini saqlab turib qabul qilishi mumkin bo'lganidan ortiqcha suv bug'i borligini anglatadi. Harorat pasayishi bilan havoning suvni bug'lar ko'rinishida yig'ish qobiliyati ham tushib boradi. Bunday xolda suv bug'larining kondensatsiyasi boshlanadi va u o'ta to'yinganlik to'xtagunicha davom etadi. Ammo oddiy atmosfera sharoitlarida suv bug'lari faqat 400-500% nisbiy namlikda kondensatsiyalanadi. Atmosferadagi nisbiy namlik faqatgina ba'zi hollardagina

100,5% dan ortishi mumkin. Bunday o'ta to'yinganlikda bulut tomchilari faqat kondensatsiya yadrolari - aerosol zarrachalarida hosil bo'lishlari mumkin. Ushbu yadrolar ko'pincha suvda yaxshi eruvchan oltingugurt va azot birikmalaridir. Tomchilar hosil bo'lishni boshlaganidan so'ng bulut aerosol zarrachalarini va gaz molekularini yutishni davom etadi. Shuning uchun bulut suvi yoki uning kristallarini atmosfera elementlarining eritmasi deb qarashimiz mumkin.

Bulutning elementlari cheksiz kattalashishi mumkin emas. Gravitatsiya kuchlari ostida hosil bo'ladigan sedimentatsiya, tomchilar hajmi kattalashishi bilan o'sib boradi va vaqt o'tishi bilan yuz va minglab metr balandligidagi bulutlardan tomchilar bo'lib ajralib chiqadi. Yuqoridan tushish mobaynida ushbu tomchilar bulutlar va yer yuzasi orasida bo'lgan atmosfera qatlamlarini yuvadi. SHu vaqtda yangi gaz molekulari yutiladi va yerga tushayotgan tomchi aerosol zarrachalarini o'zi bilan birga olib ketadi. Shubhasizki, yer yuzasiga tushayotgan suv tomchilari ko'pchilik o'ylaganidek distillangan bo'lishi mumkin emas. Bundan tashqari, yog'ingarchilik suvlarida erigan moddalar ko'pincha turli hududlardagi ushbu moddalar zahiralarini to'ldirishning muhim, ba'zida esa yagona manbai bo'lishi mumkin.

Quruq sedimentatsiya nam sedimentatsiyadan katta farq qilsa-da, ularning oxirgi natijasi bir hil, bu atmosfera kislotali mikroelementlari, oltingugurt va azot birikmalarining yer yuzasiga tushishidir. Atmosferadagi kislotali mikroelementlarning ko'p turlari ma'lum, ammo ulardan aksariyatining miqdori shunchalik kamki, ularning kislotali sedimentatsiyadagi ishtirokini hisobga olmasa ham bo'ladi.

Ushbu kislotali moddalar yer yuzasiga ikki yo'l bilan tushishi mumkin. Ulardan biri - bu turbulentli diffuziya, u gaz holatidagi moddalar uchun xarakterlidir. Turbulentli diffuzion harakat hosil bo'lishining sababi, birinchi navbatda tuproq yoki boshqa yuz ustidagi havo oqimi ishqalanishining notekisligi tufaylligi bilan bog'liq. Odatda yer yuzasidan vertikal yo'nalishda shamol tezligining oshishi kuzatiladi, havoning gorizontali harakati turbulentlikni keltirib

chiqaradi. SHunday qilib havo komponentlari Ergacha etib keladi va natijada kislotali moddalarning eng faollari esa yer yuzasi bilan reaksiyaga kirishib ketadi.

5.2. Kislotali yog‘ingarchiliklarning biosfera va insonga ta‘siri

Kislotali yog‘ingarchiliklar nafaqat alohida narsalarga yoki tirik jonzodlarga, balki ularning yig‘indisiga ham zararli ta‘sir o‘tkazadi. Tabiatda va atrof muhitda hayvonlar va o‘simliklar o‘rtasida o‘zaro doimiy moddalar almashinuvi bo‘lib turadi. Ularning bunday birligi ekologik tizim deb ataladi va odatda 4ta guruhdan tashkil topgan bo‘ladi: jonsiz ob‘ektlar, tirik organizmlar, iste‘molchilar va emiruvchilar.

Kislotalilik ta‘siri birinchi bo‘lib chuchuk suvlar va o‘rmonlar holatida bilinadi. Odatda hayvonlar va o‘simliklar birlashmalariga bilvosita ta‘sir kuzatiladi, ya‘ni kislotali yog‘ingarchiliklarning o‘zi emas, balki ular ta‘sirida sodir bo‘ladigan jarayonlar xavfli bo‘ladi (masalan alyuminiy ajralishi). O‘simliklarning ko‘pchilik turlari ushbu ta‘sirga chidamli bo‘lsa-da, kislotali yog‘ingarchiliklar ko‘p yog‘ganida, tuproq suvlarida alyuminiy-kalsiy nisbati shunchalik o‘sadiki, daraxt ildizlarining o‘shini sekinlatib, daraxtlarning yashashiga katta xavf soladi. Tuproq tarkibida sodir bo‘layotgan o‘zgarishlar undagi mikroorganizmlar tarkibini o‘zgartirishi, ularning faolligiga ta‘sir qilishi va shu bilan parchalanish va mineralizatsiya, shuningdek azotning bog‘lanishi va ichki achish jarayonlariga ta‘sir ko‘rsatadi. Chunonchi, g‘arbiy Evropadagi o‘rmonlarning nobud bo‘lishi birinchi navbatda mana shunday bilvosita sabablar tufayli sodir bo‘lgan. Ushbu jarayon natijasida bir necha ming gektar maydonidagi o‘rmonlar deyarli butunlay yo‘q bo‘lib ketgan.

Vengriyada, ekologlarning izlanishlari natijalariga ko‘ra Shimoliy tog‘li massivda 10 foiz qayinlar halok bo‘ldi. Daraxtlar qirilishiga sabab deb ularning ildiz tizimining unga yopishgan Mikorrhiza qo‘ziqorinlarining parchalanishi hisoblanadi. Ushbu qo‘ziqorinlar, alohida yuqori o‘simliklar (bu xolda qayin) bilan simbioz aloqada bo‘lib, ildizlarning ozuqa moddalarini yutish qobiliyatini bir necha bor oshiradi.

Xuddi shunday vaziyat himoya ostidagi o'simliklar – orhideyalar bilan ham yuz berdi. Ekologlarning bergan ma'lumotlariga ko'ra orhideyalar ba'zi joylarda butunlay yo'q bo'lib ketgan yoki sezilarli darajada siyraklashib ketgan.

Achishga ta'sirchan organizmlar (tuproq mikroorganizmlari, qo'ziqorinlar, qayinlar)ning o'limi tirik jonzotlarning moddiy va energetik balansiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, natijada bo'lib o'tayotgan qaytmas jarayonlar insonning o'ziga ham azob beradi.

Ishlov beriladigan erlar (haydalgan erlar) tabiiy o'rmon tizimlariga qaraganda boshqacha sharoitda. Ishlov beriladigan erlarning kislotaliligi ko'tarilishi sababi bu birinchi navbatda mineral o'g'itlardan keng foydalanilishidir. Masalan, superfosfatlar bir necha foiz erkin oltingugurt kislotasiga ega; Azotli o'g'itlar katta miqdorda nitratlar va ammoniy birikmalariga ega.

O'rmonlar va ishlov beriladigan erlarga kislotali yog'ingarchiliklar bilvosita (tuproq yoki ildiz tizimi orqali), yoki bevosita yo'l bilan (asosan barglar orqali) ta'sir qiladi. Tuproq nordonlashishi turli omillar bilan belgilanadi. Suvlarga qaraganda tuproq kislotalilik muhitini tekislashga qodir, ya'ni ma'lum darajagacha tuproq kislotalilik ortishiga qarshi kurashadi. Tuproqqa tushgan kislotalar neytrallashadi, bu achishni saqlanishiga olib keladi. Ammo tabiiy jarayonlar bilan birga o'rmon tuproqlariga va ishlov beriladigan erlarga antropogen omillar ham ta'sir qiladi.

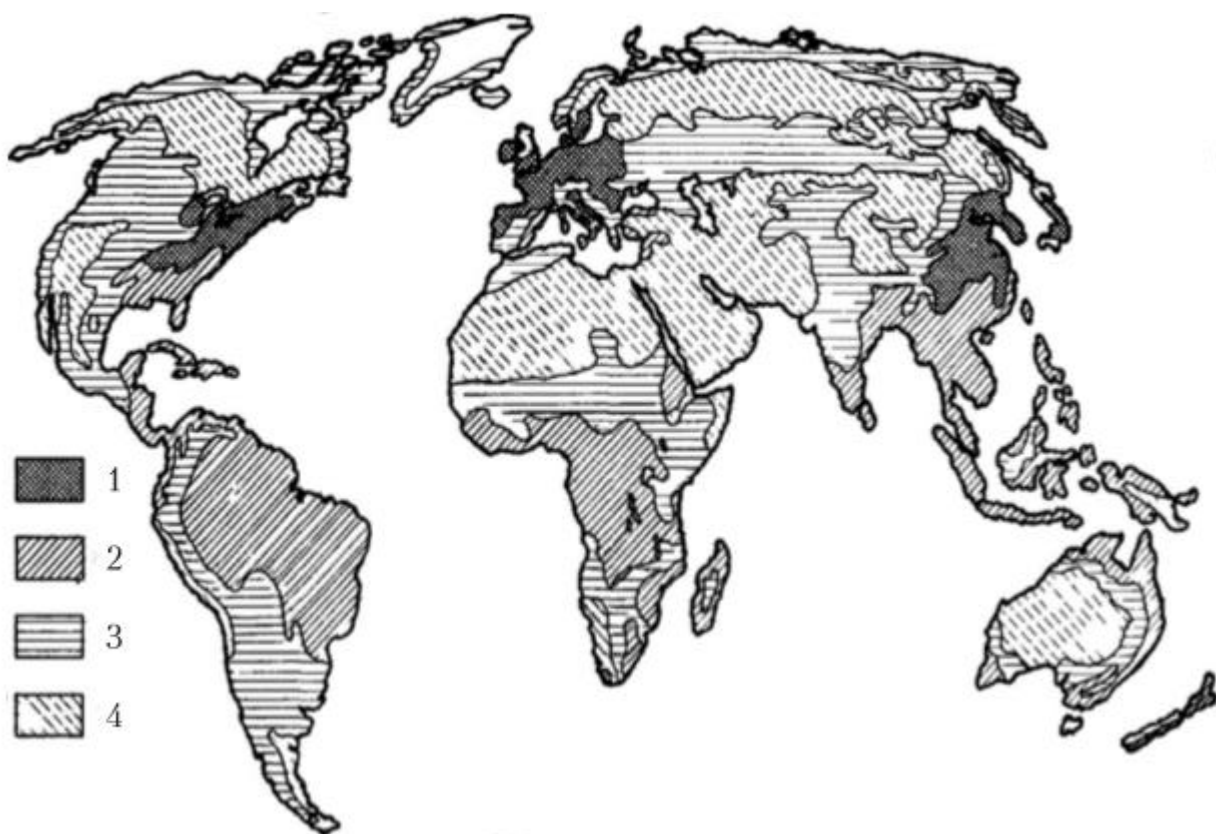
Tuproqlarning kimyoviy barqarorligi, kislotalilikni tekislashga qobiliyati o'zgaruvchan bo'lib, u tuproq osti tog' jinslari, tuproqning genetik turi, unga ishlov berish usuli va yaqin orada ifloslantiruvchi manba borligiga bog'liq. Bundan tashqari, kislotalilik ta'siriga tuproqlarning qarshilik ko'rsatish qobiliyati uning tagidagi qatlamlar kimyoviy va fizik xususiyatiga bog'liq. 5.1.-rasmda yerning turli qismlarida tuproqlarning achishga qobiliyati ko'rsatilgan.

Bilvosita ta'sir turlicha namoyon bo'ladi. Masalan, tarkibida azot birikmalari mavjud yog'ingarchiliklar, birmuncha vaqt daraxtlar o'sishiga yordam beradi, chunki tuproqni oziqlantiruvchi moddalar bilan to'yintiradi. Ammo doimiy azotni iste'mol qilish o'rmonga o'ta to'yinish xavfini soladi. Bunda nitratlarning yuvilishi

oshadi, va bu tuproqning achishiga olib keladi. Barglardan oqib tushuvchi yog'ingarchilik suvlari tarkibida oltingugurt, kaliy, magniy, kalsiy miqdori ortib, nitratlar va ammiak miqdori kamayib ketadi. Buning natijasida o'simliklar uchun muhim bo'lgan kalsiy, magniy, kaliyni yo'qotish kuzatiladi va bu daraxtlarga zarar etkazadi. Tuproqqa kelib tushuvchi vodorod ionlari tuproq tarkibidagi kationlar bilan o'rin almashishi mumkin va buning natijasida kalsiy, magniy va kaliyni ishqor bilan yuvilishi yoki ularning suvsizlantirilgan shaklidagi sedimentatsiyasi sodir bo'ladi. Bundan so'ng pH ko'rsatkichi past bo'lgan tuproqlarda og'ir toksik metallar (marganets, mis, kadmiy va x.k.) harakatchanligi ortadi.

Og'ir metallarni eruvchanligi ham pH qiymatiga bog'liq. Erigan va buning natijasida oson yutuluvchi og'ir metallar o'simliklar uchun zahar bo'lib, ularni nobud qilishi mumkin. Hammaga ma'lumki, kuchli kislotali muhitda erigan alyuminiy, tuproqda yashovchi organizmlar uchun zaharlidir.

O'g'itlarni ko'pligi ham tuproq uchun zararli. Ammoniy ionlarini muayyan miqdori tuproqqa tegishli miqdordagi vodorod ionlarini berib, uning achishiga olib keladi. Izlanishlarga ko'ra, bugungi kunda Vengriyada haydaladigan erlarning jadal achishi kuzatilmoqda. Buni qisman o'simliklarni tozalash jarayonida unumdor qatlamdan moddalarning ko'chishi tuproqning ishqoriy muhitini pasaytirishi bilan izohlash mumkin. Asosiy sabab esa bu tuproqqa mineral o'g'itlarni kiritilishidir.



5.1-rasm. Yerning turli qismlaridagi tuproqning achishga qobiliyati
1-yuqori; 2- o‘rtachadan yuqori; 3-o‘rtacha; 4-past.

Ularning 1 gektar maydonidagi ta’sirini neytrallash uchun yiliga 300—400 kg kalsiy karbonati kiritish kerak, kislotali yog‘ingarchiliklar ta’sirini neytrallash uchun esa taxminan 10 kg kalsiy karbonati kerak bo‘ladi. Shunday qilib, intensiv ravishda o‘g‘itlantiriluvchi maydonlarda yerning achishida kislotali yog‘ingarchiliklar faqat ikkilamchi rolni o‘ynaydi. Bir qator mutaxxassislarning fikricha, Vengriyada o‘g‘itlar kiritilishi tufayli tuproqning falokatli katastrofik darajada achishi boshlanishi mumkin. Buning oldini olish uchun muntazam ravishda tuproqni ohaklash zarur, hamda tarkibida ammoniy bor mineral o‘g‘itlardan foydalanishdan voz kechish kerak.

Chuchuk suvlarning achishi bu ularning neytrallanish qobiliyatini yo‘qotishidir. Achishni asosan kuchli bo‘lgan oltingugurt va azot kislotalari chaqiradi. Bunda agar jarayon uzoq davom etsa, unda asosiy rolni sulfatlar, agar jarayon qisqa vaqt davom etsa (masalan, qorning erishi) unda sulfatlar va nitratlar o‘ynaydi. Katta hududlarda yog‘ingarchiliklarning kislotalilik darajasi yuqori bo‘lsa, yuza suvlari nordonlashadi. Agar tuproq kislotalarni neytrallash qobiliyatini

yo‘qotsa, pH qiymati 1,5 ga kamayishi mumkin, eng keskin holatlarda esa hatto 2 yoki 3 ga kamayadi. Qisman nordonlashish yog‘ingarchiliklar ta‘sirida sodir bo‘ladi, lekin ko‘pincha nordonlashish suv havzasi hududidan yuvilib ketilayotgan moddalar tufayli sodir bo‘ladi. XX-asrning 60-yillaridan boshlab Shvetsiyadagi bir ko‘l suvining pH ko‘rsatkichi o‘zgarishi kuzatilgan. Suvning kislotaliligi deyarli 100 barobar ortgani, ya‘ni pH ikki marotaba kamaygani aniqlangan.

Ayniqsa Skandinaviya davlatlarida va Kanadada ko‘llarning nordonlashishi intensiv kechayotganligi kuzatilmoqda. Skandinaviyaning ko‘p ko‘llari granitli yoki ohaki kam tubga ega. Bunday ko‘llarda ohakka boy hududlarda joylashgan ko‘llarga qaraganda kislotalarni neytrallashga qobiliyat ancha past. Bu shunga bog‘liqki, ohakka boy tuproq o‘zidan ishqoriy muhitni ta‘minlab turadigan gidrokarbonat ionini ajratadi va tegishlicha, kislotalarni neytrallash qobiliyati ham saqlanadi. Shunday holat Vengriyaning aksariyat ko‘llarida ham sodir bo‘ldi. Masalan, Balaton ko‘lidagi suvning pH ko‘rsatkichi 8dan ortiq, demak ushbu ko‘lning suvi ishqoriy.

Yer usti suvlarining nordonlashishi jarayoni 3ta fazadan iborat:

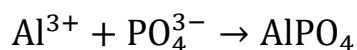
1) pH ko‘rsatkichining qiymati o‘zgarmas bo‘lganda gidrokarbonat ionlari miqdorining (ya‘ni neytrallashga qobiliyat) kamayishi;

2) Gidrokarbonat ionlarining miqdori kamayishi natijasida pH ko‘rsatkichining pasayishi. Bunda pH qiymati 5,5 dan pasayib ketadi.

3) Eritmaning kislotaliligining $pH=4,5$ ga teng bo‘lganda barqarorlashishi. Bunday holda eritmaning kislotaliligi alyuminiy birikmalari gidrolizi reaksiyasi bilan boshqariladi. Bunday muhitda faqat bir necha turdagi hashorotlar, o‘simliklar, plankton hayvonlari, hamda oq suvo‘tlari yashashga qodir.

Hayvonlar va o‘simliklarning ko‘p turlari $pH < 6$ qiymatida nobud bo‘la boshlaydilar, $pH < 5$ da esa normal hayot uchun sharoit qolmaydi. Hayvonlarning o‘limi nafaqat zaharli alyuminiy ionlari tufayli, balki boshqa sabablar tufayli ham sodir bo‘ladi. Masalan, vodorod ioni ta‘sirida kadmiy, rux, qo‘rg‘oshin, marganets va boshqa og‘ir toksik metallar ajraladi. Buning natijasida, o‘simliklarni oziqlantiruvchi moddalar, masalan fosforning miqdori kamaya boshlaydi, chunki

eritmada alyuminiy ionlari ortofosfat ionlari bilan erimaydigan alyuminiy fosfatini hosil qilib cho'kmaga aylanadi:



Suvdagi tirik jonzoqlarning (o'simlik va hayvonlarning) o'limi suvni nordonlashishiga va og'ir metallar ajralishiga hamda ekologik muvozanatni buzilishiga olib keladi. Suvning pH ko'rsatkichi pasayishi, baliqlar populyasiyasining kamayishi yoki baliqlar, quruqlikda yashovchi hayvonlar, fito va zooplankton, hamda boshqa tirik organizmlar nobud bo'lishiga olib keladi. Ko'llar suvining ozuqa moddalari va ionlari tarkibi bilan bir-biriga o'xshash bo'lsa-da, ammo kislotaliligi turlicha bo'lsa, ularning flora va faunasi bir biridan keskin farq qiladi.

Ma'lum bir chegaralargacha sut emizuvchilar, shu jumladan odam ham, kislotalilikning zararli ta'siridan himoyalangan, ammo suv hayvonlari organizmlarida zaharli og'ir metallar yig'ilib, ular ozuqa zanjiriga tushishi mumkin. Shvetsiya, Norvegiya, AQSh, Kanada ko'llari va daryolari eng katta nordonlashishga uchragan. Ushbu jarayon hozirgi kunda Daniya, Belgiya, Gollandiya, Germaniya va Shotlandiyada ham tarqala boshlagan.

Norvegiyaning janubiy qismidagi 5000ta ko'lni o'rganish shuni ko'rsatdiki, ulardan 1750 tasida baliqlar populyasiyasi yo'q bo'lib ketgan, boshqa 900tasi esa jiddiy xavf ostida qolgan. Kislotali yog'ingarchiliklarning muntazam yog'ishi tufayli baliqlarning nobud bo'lishi davom etmoqda. Shvetsiyaning janubiy va o'rta qismlarida 2500 ta ko'lda baliqlarning nobud bo'lishi kuzatilgan, bunday holat nordonlashish alomatlari topilgan yana 6500 ko'lga ham xavf solmoqda. Deyarli 18000 ta ko'lda suv pH ko'rsatkichi 5,5 dan kam, bu baliqlar populyatsiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Kanada va AQShning Shimolida ham xuddi shunday muammolar mavjud. Ontarioda taxminan 50000 ta granit tubli ko'l oltingugurt birikmalarining nisbatan kuchli ta'siriga uchragan. Skandinaviya ko'llarining tajribasi yuqorida qayd etilgan davlatlarning ko'llarda achish boshlanishi mumkinligiga ishora qilmoqda.

AQShning Shimoliy qismidagi taxminan 100ta ko'lda losos populyasiyasining qisqarishi qayd etilgan. yer usti suvlarining achishi bilan bog'liq muammolar Vengriyada kelib chiqmaydi, sababi bu suvlarda kislotalarni neytrallay oladigan katta miqdordagi karbonat va gidrokarbonatlar mavjud. Vengriya daryo va ko'llarida o'tkazilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra, ushbu suv havzalari juda uzoq vaqt mobaynida qattiq bosim ostida ham o'z xususiyatlarini yo'qotmasligi kerak. Suvlari kimyoviy neytral bo'lgan ba'zi bir suv omborlari bundan mustasno, chunki ularda kislotalilikni tenglashtirishga qobiliyati past.

Eng ko'p o'simliklar nobud bo'lishi odatda ifloslantiruvchi moddalar manbasi yaqinida, bir necha kilometr radiusida kuzatiladi va bu oltingugurt dioksidining yuqori konsentratsiyasi bilan izohlanadi. Ushbu birikma o'simliklar yuzasida, ayniqsa ularning barglarida adsorbsiyalanadi. Bu birikma o'simlik organizmiga kirib, ozod radikallar ishtirokida bo'lib o'tadigan turli oksidlanish reaksiyalarida qatnashadi. Ozod radikallar to'yinmagan kislotali yog' membranalarini oksidlab, ularning o'tkazuvchanligini o'zgartiradi va keyinchalik ko'p jarayonlarga (nafas olish, fotosintez va x.k.) salbiy ta'sir ko'rsatadi.

O'simliklarga bevosita ta'sir turli ko'rinishda kuzatiladi: genetik o'zgarishlarga olib keladi; tur o'zgarishlarini chaqiradi; o'simliklarga to'g'ridan to'g'ri zarar etkazadi. Tabiiyki, o'simlik turini ta'sirchanligi va ifloslanish darajasiga ko'ra, natija turli hil bo'lishi mumkin: qayta to'ldiriladigan (qaytarish mumkin bo'lgan) zarardan, o'simlikni butunlay nobud bo'lishigacha. Birinchi navbatda eng ta'sirchan turlar, masalan faqat eng toza muhitda yashaydigan ba'zi lishayniklar turlari nobud bo'ladi, shu sababli ularni toza havoda "indikatorlari" deb hisoblaydilar.

Odatda qattiq ifloslangan joylarda "lishayniklar cho'li" hosil bo'ladi. Zamonaviy shaharlarda oltingugurt dioksidining o'rtacha konsentratsiyasi 100 mkg/m^2 ga teng bo'lganida bunday cho'llar hosil bo'ladi. Shahar markazida lishayniklar umuman yo'q, shahar chekkasida esa kamdan kam uchraydi. Ammo lishayniklarning ba'zi turlari oltingugurt dioksidiga chidamli bo'lib, ular ayrim hollarda nobud bo'lganlarini o'rnini egallaydilar.

Atmosferaning kislotali birikmalari albatta yuqori turkumdagi o'simliklarga ham bevosita salbiy ta'sir o'tkazadilar. Oltinugurt dioksidi etkazadigan bevosita zarar ko'p omillarga bog'liq, bu – iqlim, daraxtlar turlari, tuproq holati, o'rmonga ishlov berish usuli, nam yog'ingarchiliklarning pH ko'rsatkichi va boshqalar. Atmosferadagi oltinugurt dioksidining xavfli konsentratsiyasi miqdori oldingi hisoblanganidan kamroq bo'lib chiqdi, chunki ba'zi fiziologik va biokimyoviy o'zgarishlar birorta nobud bo'lish belgilarisiz sodir bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ushbu xavfli chegara azot dioksidi, ozon, kislotali yomg'ir va boshqalar ta'sirida yanada pasaymoqda.

Shunday qilib, o'rmonlar o'limiga oltinugurt dioksidini aloqasi borligi isbotlangan deb hisoblash mumkin. Shuningdek nam kislotali yog'ingarchiliklarning daraxtlar o'sishiga zararli ta'siri borligi ham aniqlangan. Ammo ushbu yog'ingarchiliklar avvalambor bilvosita – tuproq va ildiz tizimi orqali ta'sir o'tkazadi. Yuqori darajada o'simliklarning bevosita nobud bo'lishi, havo kuchli ifloslangan hududlarda, masalan o'rta Evropada kuzatilmoqda. Tarkibida oltinugurt dioksidiga ega quruq yog'ingarchiliklar Chexiya, Polsha va Germaniya o'rmonlariga xujum qilib bo'ldi. Eng katta zarar Germaniyaga etkazildi, u yerda hamma o'rmonlarning deyarli 15 foizi nobud bo'ldi. Ammo ushbu ko'rsatib o'tilgan hududlarda o'rmonlarning halok bulishini oltinugurt dioksidi bilan emas, asosan avtomobil tutun gazlarini chiqishidan hosil bo'luvchi azot oksidlari bilan bog'lashadi. Azot oksidlari quyosh nurlari ta'sirida ozonni ajratadi. Ozon azot oksidi, hamda atmosferaga avtomobil tutun gazlari va boshqa manbalardan chiquvchi uglevodorodlar bilan juda agressiv bo'lgan moddani – peroksiatsitilnitratni(PAN) hosil qiladi.

Atmosferaning kislotali mikroelementlari insonga ham shafqat qilmaydilar. Ammo bu yerda gap nafas olishga faqat kislotali yomg'irlar zarari haqida emas, balki kislotali moddalar(oltinugurt dioksidi, azot dioksidi, kislotali aerosol zarrchalar) ta'siri haqida ham boradi.

O'lim darajasi va hududning ifloslanish darajasi o'rtasida uzviy bog'liqlik borligi anchadan beri ma'lum. Oksidlarni konsentratsiyasi 1 mkg/m^2 atrofida

bo'lganida, o'limlar soni ortib boradi, birinchi navbatda bu katta yoshli odamlar va nafas olish yo'llari kasalligiga chalinganlarga tegishli. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, yoshlar orasida ko'p tarqalgan va tez tibbiy yordamni talab qiluvchi o'tkir kasallik bo'lmish "laringit" kasalligi aholi yashash joylarining xaddan ziyod ifloslanganligi natijasida kelib chiqadi. Evropada va Shimoliy Amerikada chaqaloklar o'limining ko'payishi ham shunga bog'liq, bu yerda bir yilda ushbu ko'rsatgich bir necha 10 ming chaqaloqlar bilan o'lchanadi.

Inson sog'ligi uchun oltingugurt va azot oksidlaridan tashqari, tarkibida sulfatlar va oltingugurt kislotasiga ega kislotali aerosol zarrachalar ham xavf soladi. Ularning xavflilik darajasi o'lchamlariga ya'ni hajmiga bog'liq bo'ladi. Chunonchi, chang va undan kattaroq aerosol zarrachalari yuqori nafas olish yo'llarida ushlanib qolinadi, lekin mayda (1 mkm dan kichikroq) oltingugurt kislotasi tomchilari yoki sulfatlar zarrachalari odam o'pkasining eng chekka qismlariga ham tushishi mumkin. Fiziologik tadqiqotlar natijasiga ko'ra, zararli ta'sir darajasi to'g'ridan to'g'ri ifloslantiruvchi moddaning konsentratsiyasiga bog'liq. Ammo shunday qiymatlar borki, ulardan past darajada hatto o'ta ta'sirchan insonlarda ham me'yordan chetga chiqish bo'lmaydi. Masalan, sog'lom insonlar uchun oltingugurt dioksidining ruxsat etilgan o'rtacha sutkali konsentratsiyasi 400 mkg/m^2 ni tashkil etadi.

Atrof -muhitning nordonlashishi odamga ham bilvosita ta'sir qiladi. Oldingi boblardan ma'lumki, bilvosita ta'sirni birinchi navbatda toksik metallar (alyuminiy, og'ir metallar) ko'rsatadi. Ushbu metallar osongina ozuqa zanjiriga tushishi mumkin. Vengriyada olib borilgan izlanishlar natijasida cho'chqa va mol go'shti tarkibida rux miqdori ruxsat etilgan 10% dan ortishi yetarlicha tez-tez uchrashi aniqlandi. Kadmiy ham mol go'shti tarkibida ruxsat etilgan konsentratsiyadan yuqori darajada uchraydi.

5.3. Kislotali yomg'irlardan himoyalash usullari

Kislotali yomg'irlar tirik va jonsiz tabiatga ham bevosita, ham bilvosita ta'sir o'tkazishi mumkin. Bundan kelib chiqadiki, zararni o'rnini qisman qoplash yoki atrof-muhitning yanada yomonlashishini oldini olish bo'yicha ishlar turlicha

bo'lishi mumkin ekan. Himoyalani uchun eng samarali usul bu oltingugurt va azot oksidlarini tashlanmalarini qisqartirishdir. Bunga turli yo'llar bilan, shu jumladan energiyadan foydalanishni qisqartirish va mineral yoqilg'idan foydalanmaydigan elektrostansiyalarni yaratish yo'li bilan erishish mumkin. Atmosferaga tashlanadigan ifloslantiruvchi tashlamalarni kamaytirishning boshqa yo'llari - bu filtrlar yordamida yoqilg'idan oltingugurt olib tashlash, yonish jarayonlarini nazorat qilish va boshqa texnologik qarorlardir.

Turli yoqilg'i tarkiblaridan oltingugurt miqdorini kamaytirishda, tarkibida oltingugurt miqdori kam bo'lgan yoqilg'idan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ammo bunday turdagi yoqilg'i miqdori juda kam. Tahminiy baholanishlarga ko'ra, hozirgi neft zahiralardan faqat 20 foizi tarkibida oltingugurt miqdori 0,5%dan kamdir. Tarkibida oltingugurt miqdori kam bo'lgan neft zahiralari tez qisqarib borayotgani sababli (uning jadal qazib olinayotganligi natijasida), hozirda ishlatilayotgan neft yuqori miqdorda oltingugurtga ega. Ko'mir bilan ham vaziyat huddi shunday. Tarkibida oltingugurt miqdori kam bo'lgan ko'mir faqat Kanada va Avstraliyada bor, ammo bu ko'mirning mavjud zahiralardan kichik qismi xalos. Ko'mir tarkibidagi oltingugurt miqdori 0,5 dan 1,0 % gacha bo'ladi. Shunday qilib, tarkibida oltingugurt miqdori kam bo'lgan yoqilg'i turlarining miqdori cheklangandir.

Agar biz neft va ko'mir tarkibidagi oltingugurt atrof muhitga tushishini istamasak, oltingugurt undan ajratish bo'yicha hamma choralarni ko'rishimiz zarur. Neftni qayta ishlash (distillyasiya) vaqtida yuqori miqdorda oltingugurtga ega qoldiq (mazut) chiqadi. Mazutdan oltingugurt ajratib olish juda murakkab va qimmatga tushadigan jarayon, natijada esa oltingugurtning atigi 1/3 yoki 2/3 qismini ajratish mumkin. Shuning uchun xom ashyolarni oltingugurtdan tozalash kislotali yomg'irlar muammosini hal qilish uchun eng yaxshi yechim emas.

Baland quvurlardan foydalanish eng munozarali usullardan biri hisoblanadi. Uning mohiyati quyidagichadir. Ifloslantiruvchi moddalarning aralashishi, ko'p darajada tutun chiqadigan quvurlar balandligiga bog'liq. Agar quvurlar past bo'lsa (asosan elektrostansiya quvurlari), atmosferaga tashlanayotgan oltingugurt va azot

birikmalari kam darajada aralashib tez cho'kma bo'lib tushadilar. Buning natijasida yaqin tumanlarda (bir necha kilometr atrofida) azot va oltingugurt oksidlarining konsentratsiyasi baland bo'ladi, tabiiyki, bu birikmalar ko'proq zarar keltiradi. Agar quvurlar baland bo'lsa, bevosita ta'sir kamayadi, lekin aralashish samaradorligi oshadi va uzoqda joylashgan tumanlar (kislotali yomg'irlar) va butun atmosfera uchun (atmosfera kimyoviy tarkibining o'zgarishi, iklim o'zgarishi) katta xavf tug'iladi.

Shunday qilib, baland quvurlardan foydalanish, ko'pchilik fikriga zid ravishda, havo ifloslanishi muammosini xal qilmaydi, lekin kislotali moddalarning chekka joylarga "eksportini" va kislotali yomg'irlar yog'ish imkonini oshiradi. Demak, baland quvurlardan foydalanish, ifloslanishning bevosita ta'siri (o'simliklar o'limi, binolar korroziyasi) kamayishiga, ammo bilvosita ta'sirlar (chekka tumanlar ekologiyasiga ta'sir) ko'payishiga olib keladi. Baland quvurlarni qurish ma'naviyatga ham zid, chunki kuchli ifloslantiruvchilarni tashlayotgan mamlakat kislotali yomg'irlar va ular bilan bog'liq salbiy oqibatlarni boshqa davlatlar bilan birga "baham" ko'rmoqda.

Nazorat savollari

1. Kislotali yomg'irlar bu nima? Atmosfera havosida ular qanday birikmalar ishtirokida hosil bo'ladilar?
2. Dengiz suvi uchun karbonatli muvozanatning ta'riflari o'ziga xosligi qanday?
3. Karbonat kislota dissotsiatsiyasi aralash konstantasi bu nima?
4. Tabiiy suvlarda karbonatli moddalar erishining o'ziga xosligi nimalardan iborat?
5. Kalsiy karbonat va uglerod dioksidi saqlagan havo muvozanatidagi karbonat tizimlarini ko'rsatish uchun qanday tenglamalar qo'llaniladi?
6. Tabiiy suvlar tarkibidagi, karbonatli moddalar va uglerod dioksidi bilan muvozanatda turgan kalsiy ionlari miqdori havodagi CO₂ning parsial bosimi bilan qanday bog'langan?

7. Havoning yerga yaqin qatlamidagi karbonatli moddalar va uglerod dioksidi bilan muvozanatda bo'lgan yer usti suvlarining pH qiymati qanday?
8. Havoning yerga yaqin qatlamidagi karbonatli moddalar va uglerod dioksidi bilan muvozanatda bo'lgan yer usti suvlarining minimal qattiqligi qanday?
9. Tabiiy suvlarning ishqoriyligi nima?
10. Tabiiy suvlarning ishqoriyligi tajribada qanday aniqlanadi?
11. Eritma pHi va karbonat tizimi komponentlari miqdorini bilgan xolda tabiiy suvlarning ishqoriyligi qanday hisoblanadi?
12. Tabiiy suv xavzlarida sodir bo'ladigan fotosintez jarayonida qanday sharoitlarda va nima uchun pH qiymati ortishi mumkin?
13. Havoning yerga yaqin qatlamidagi karbonatli moddalar va uglerod dioksidi bilan muvozanatda bo'lgan yer usti suvlarining ishqoriyligi qanday qiymatga ega bo'lishi mumkin?
14. Ishqoriyligi o'n marotaba kamaysa, suv havzalarida nima bo'lishi mumkin?
15. Tabiiy suv xavzalaridagi achishning qanday bosqichlarini bilasiz?
16. Suv havzalari ekologik tizimida, uning achishining turli bosqichlarida nima sodir bo'ladi?
17. Tabiiy suvlarda sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlarining asosiy o'ziga xosligini bayon eting?

6-BOB

METALL IONLARI BIONOORGANIK KIMYOSI. ZAHARLI METAL IONLARI ANTROPOGEN TA'SIRI. ELEMENTLARNING GLOBAL BIOGEOKIMYOVIY SIKLLARI

Talaba fanni o'zlashtirgandan so'ng:

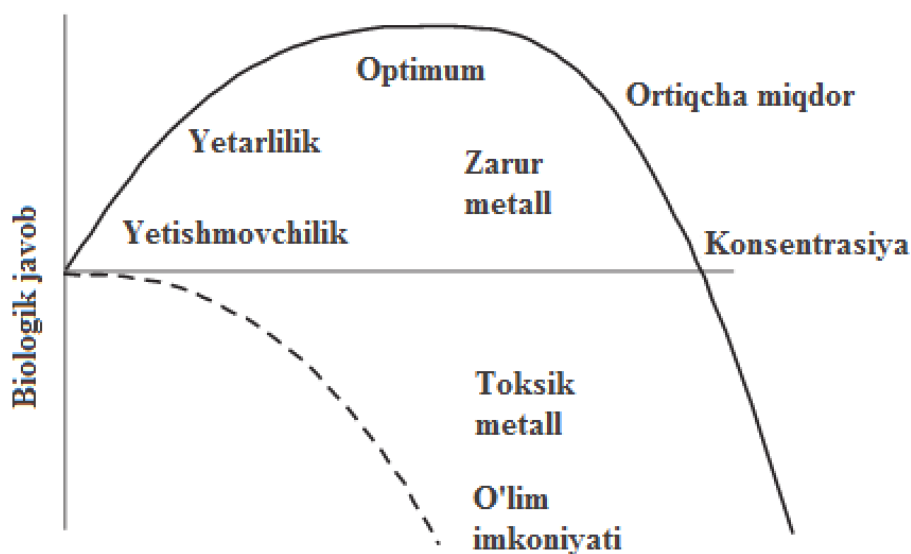
— Ishqoriy va ishqoriy yer metallari asosiy ekologo- fiziologik ko'rsatkichlari, odam organizmiga qo'rg'oshinning ta'siri, atmosfera va i gidrosferada og'ir metall atomlari migratsiya shakllarini **bilishi**;

— Suvni turli maqsadlarda ishlatishga yaorqliligini aniqlashni **bajara olishni**;

— Zaharli metal ionlarining antropogen ta'siridan himoyalaniş usullaridan foydalanish ko'nikmalariga **ega bo'lishi kerak**.

Moddalar, shu jumladan metall ionlari, ularning tirik tizimdagi bo'lishi xususiyatlariga qarab besh turga bo'linadi: organizm uchun zarur; stimulyatorlar; inertli; zararsiz; terapevtik agentlar; zaharli. Organizm uchun zarur moddalar shunday moddalarki, ular etishmaganda organizmda funksional buzilishlar kelib chiqadi, ushbu modda organizmga kiritilganda esa ular bartarf etiladi. Zarurlik-organizmga bog'liq xususiyat bo'lib, uni stimulyasiyadan ajrata olish kerak. Zarur bo'lgan va zarur bo'lmagan metall ionlarining stimulyator sifatida qaralishiga misollar ko'p. Ba'zi bir metallar va metall ionlari muayyan konsentratsiyalarda inert, zararsiz va organizmga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydigan bo'ladi. SHuning uchun inert metallar Ta, Pt, Ag, Au jarrohlik implantanti sifatida keng qo'llaniladi. Ko'pgina metall ionlari terapevtik agent bo'lib xizmat qilishi mumkin;.Simob birikmalaridan parazitlarga qarshi, rux karboksilatidan bakteriyalarga qarshi, litiydan maniakal depressiyada qo'llanilishi ma'lum. Ko'pgina metallar yuqori konsentratsiyalarda organizmga zarar keltiradi ba'zida qaytmas funksional buzilishlarga, deformatsiyaga, hattoki o'limga olib keladigan zaharli bo'lib qoladi. Konsentratsiyaga va o'zaro ta'sir vaqtiga bog'liq ravishda metall yuqorida keltirilgan beshta turning biri bo'yicha (bitta organizmda) ta'sir etishi mumkin.

6.1. rasmda oziq-ovqat bilan birga etarli miqdorda tushgan metall ionlari konsentratsiyasining ortishiga organizm to'qimalarining biologik javobi tasvirlangan.



6.1-rasm. Zarur (uzluksiz egri) va xavfli (uzilgan chiziqli egri) modda konsentratsiyasiga bog‘liq biologik javob (SHartli konsentratsiya shkalalariga nisbatan ikkita egri chiziqning o‘zaro joylashuvi)

Konsentratsiya ortishi bilan nol belgidan boshlangan tezkor ijobiy javobni **yaxlit egri chiziq** ko‘rsatadi. Ushbu yaxlit egri chiziq ko‘pgina metal ionlari uchun konsentratsiyaning keng intervalini qamrab oladigan optimal darajani tasvirlaydi. Metall ionlari konsentratsiyasi o‘shida ijobiy ta’sir maksimum nuqtasidan o‘tib tushishni boshlaydi va manfiy qiymatlarga boradi: bunday xolda organizmning biologik javobi salbiy bo‘la boshlaydi, metall esa toksik moddalar qatoriga o‘tadi.

6.1-rasmdagi uzilgan chiziqli egri organizmning mutlaq zararli bo‘lgan moddaga biologik javobini ko‘rsatadi. Ushbu egri chiziq birmuncha ortda qolish bilan yuradi, bu tirik organizm toksik moddalarning katta bo‘lmagan miqdori (chegaraviy konsentratsiya)ga “sabrli” bo‘lishidan, bu uning toksik ta’siri kuchayib ketguncha davom etishidan dalolat beradi.

6.1-rasmda umumiy ko‘rinish berilgan; har bir moddaning “biologik javob - konsentratsiya” koordinatalarida o‘zining spetsifik egri chizig‘i bor. Rasmdan yana

ko‘rinib turibdiki, hatto kerakli moddalar ham, ularning miqdori keragidan ortib ketsa, zaharli bo‘lib qolishi mumkin. Deyarli hamma moddalar keragidan ortiq miqdorda bo‘lganida xavfli omilga aylanadi (garchi bu ta’sir to‘g‘ridan to‘g‘ri bo‘lmasa ham), bu, masalan, boshqa kerakli moddalarning o‘zlashtirilishi cheklanishi bilan izohlanishi mumkin. Hayvonlar organizmi moddalar konsentratsiyasini optimal darajada **gomeostaz** deb nomlanuvchi fiziologik jarayonlar kompleksi yordamida ushlab turadi. Mustasnosiz barcha metallar ionlari konsentratsiyalari gomeostaz nazoratidadir; ko‘pchilik metallar ionining gomeostaz mexanizmi zamonaviy izlanishlar sohasi bo‘lib qolmoqda.

Inson va hayvonlar organizmi uchun kerak bo‘lgan metall ionlari ro‘yhati 6.1.-jadvalda keltirilgan. Izlanishlar davom etayotgani va tajriba texnikasi borgan sari rivojlanib kelayotganligi sababli ilgari toksik hisoblangan metallar hozirda zarur metallar turkumiga kiritilgan. Ammo Ni^{2+} ni organizmga kerakligi hali isbotlanmagan. Taxminlarga ko‘ra, boshqa metallar, masalan, qalay elementini ham sut emizuvchilar uchun zarur metallar guruhiga kiritish mumkin. 6.1.jadvalning ikkinchi ustuni qon plazmasida $pH=7$ da boshqa ligandalar bilan birlashmaguncha uchraydigan metall ionlarini shaklini ko‘rsatadi. $FeO(OH)$ va CuO qon plazmasida qattiq shaklda uchramaydi, chunki Fe^{3+} va Cu^{2+} oqsil makromolekulalari bilan kompleks hosil qiladi. 6.1.jadvalining uchinchi ustunida katta odamlar organizmida me’yorda bo‘lishi kerak bo‘lgan har bir zarur elementlarning umumiy miqdori keltirilgan. Tegishlicha to‘rtinchi ustunda plazmadagi metal ionlarining konsentratsiyasi keltirilgan. So‘nggi ustunda zarur bo‘lgan metal ionlarining organizmga kundalik tushishi kerak bo‘lgan miqdori keltirilgan, ammo bu tavsiyalar o‘zgarishi ham mumkin.

6.1-jadval.

Zarur metal ionlari

Metall ionlari	pH=7dagi shakl	Organizmdagi miqdori,g	Qon plazmasidagi konsentratsiya, mmol	Kunduzgi iste'mol, g
Na ⁺	Na ⁺	100	141	1-3
K ⁺	K ⁺	140	4	2-5
Mg ²⁺	Mg ²⁺	25	0,9	0,7
Ca ²⁺	Ca	1100	1,3	0,8
Cr ³⁺	Cr(OH) ₂ ⁺	6•10 ⁻³	0,5•10 ⁻³	0,1•10 ⁻³
Mo ⁶⁺	MoO ₄ ²⁻	9•10 ⁻³	-	0,3•10 ⁻³
Mn ²⁺	Mn ²⁺	12•10 ⁻³	1•10 ⁻³	4•10 ⁻³
Fe ³⁺	FeO(OH)↓	4—5	20•10 ⁻³	(10-20)•10 ⁻³
Fe ²⁺	Fe ²⁺	4—5	20•10 ⁻³	(10-0)•10 ⁻³
Co ²⁺	Co ²⁺	1•10 ⁻³	0,5•10 ⁻³	3•10 ⁻⁶
Ni ²⁺	Ni ²⁺	10•10 ⁻³	0,05•10 ⁻³	-
Cu ²⁺	CuO↓	0,1	19•10 ⁻³	3•10 ⁻³
Zn ²⁺	Zn ²⁺	2	46•10 ⁻³	15•10 ⁻³

Tirik organizm chetdan bo'lgan aralashuvga qarshi o'ziga xos detoksikasiya mexanizmlariga ega, ular toksik moddani cheklashga yoki chiqarib yuborishga xizmat qiladi. Metal ionlari detoksikasiyasining o'ziga xos mexanizmlarini o'rganish hali boshlang'ich bosqichda. Ko'p metallar quyidagi yo'llar bilan organizmda zararsizroq shaklga o'tadi: oshqozon traktida erimaydigan komplekslar hosil bo'lishi; qon bilan bu metall immo-bilizatsiyalanadigan (qotib qoladigan) boshqa to'qimalarga transporti (masalan, suyakka Pb²⁺ ni etkazish); jigar va buyraklar tomonidan kam toksikli shaklga o'tkazilishi kabilar bilan. Masalan Cd²⁺, Hg²⁺, Pb²⁺ va boshqa toksik metall ionlarining ta'siriga javoban odamning jigari va buyraklari metallotioninlar (molekulyar massasi kichik bo'lgan

oqsillar) sintezini ko'paytiradi. Sulfidril SH-guruhlarning katta miqdori va yaxshi o'zaro joylashishi metal ionlarini mustahkam bog'lashga imkon beradi.

Metal ionlarining toksik bo'lib qolishlari mexanizmini tasavvur qilish qiyin emas, lekin aynan bitta aniq metall uchun ekanligini ko'rsatish qiyin. Ko'pgina oqsillarni metal ionlari stabillaydi va faollashtiradi; barcha fermentlarning 1/3 qismi ta'siri uchun metall ionlari talab etiladi.. Ko'pgina oqsil makromolekulalari toksik metal ionlari bilan erkin o'zaro ta'sirga kirishadigan erkinsulfidril guruhlarga ega, masalan bular Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} va h.k.; aynan ushbu reaksiya yuqorida keltirilgan metal ionlarida toksiklikning paydo bo'lish yo'li hisoblanadi, degan fikr keng tarqalgan.

Shunga qaramasdan aynan qaysi oqsil makromolekulalari tirik organizmga jiddiy ziyon keltirishi aniqlanmagan. Toksik metal ionlari ko'pgina to'qimalar o'rtasida taqsimlanadi, lekin metal ionlari hammadan ko'p bo'lgan joy eng ko'p zarar ko'rishiga hech qanday kafolat yo'q. Bu masalan, Pb^{2+} : ionlari uchun ko'rsatilgan, bu ionning 90 foizdan ortig'i suyakda to'plangan bo'lib, orgaizmning boshqa to'qimalariga tarqalgan 10 foizi hisobiga ular toksik bo'lib qoladi. Haqiqatdan ham, Pb^{2+} ionlarining suyaklardagi immobilizatsiyasini detoksikasiya mexanizmi deb qarash mumkin. Genetik kasalliklar (masalan, temir miqdorining keragidan ortiqqligi tufayli kelib chiqadigan Kuleya anemiyasi) bilan bog'liq toksiklik turi ushbu bobda ko'rilmaydi.

Bizning qisqacha sharhimiz metal ionlarining konserogen faolligiga ham tegishli emas. Kanserogenlik — bu hayvonning turi, organi va uning rivojlanish darajasiga, sinergizmga va boshqa moddalarga bog'liq murakkab tushuncha. Metall ionlari va uning komplekslari saratonga qarshi agent bo'lib xizmat qilishi ham mumkin. Odatda metall ionlari toksikligi uning organizm uchun zarurligi bilan bog'liq emas. Ammo toksiklik va zarurlik uchun bitta umumiy xususiyat bor: metall ionlarining bir-biriga o'zaro bog'liqligi, xuddi shunday, metall va nometall ionlarining o'zaro bog'liqligining ularning ta'siri samaradorligiga umumiy xissasi bor. Kerakli metallar ionlariga bo'lgan ehtiyojni qondirish esa ularning iste'mol qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlari bilan o'zaro ta'sirlashuviga bog'liq. Masalan,

temir sabzavotlardan ularda kompleks hosil qiluvchi ligandalar borligi tufayli yomon absorbsiyalanadi, Zn^{2+} ionlarining ortiqchaligi esa Cu^{2+} absorbsiyasini ingibirlashi mumkin. Xuddi shunday, Cd^{2+} ning toksikligi Zn^{2+} etishmaydigan tizimda yaqqol namoyon bo'ladi, Pb^{2+} ning toksikligi esa Ca^{2+} tanqisligi tufayli kuchayadi. Bunday antagonizm va o'zaro bog'liqlik, zarurlik va toksiklik sabablarini o'rganishni juda qiyinlashtiradi.

Ko'pgina metall ionlari uchun kuchli toksiklik katta dozadagi metal bilan to'satdan ta'sir qilishdan kelib chiqadi, bunda surunkali zaharlanishga qaraganda boshqacha samara va alomatlar paydo bo'ladi; surunkali zaharlanish metall kam dozada uzoq vaqt mobaynida qabul qilinganda sodir bo'ladi.

Metal ionlarining eng kuchli toksik ta'siri sanoat korxonalarida hosil bo'ladigan chang bilan nafas olganda sodir bo'ladi. Diametri 0,1 — 1 mkm bo'lgan zarrachalar eng xavfli, ular o'pkaga yaxshi adsorbsiyalanadi. Oshqozon ichak traktiga qaraganda, o'pka metal ionlarini o'n marotaba samaraliroq yutar ekan, yutilgan moddalar keyin organizmning suyuq muhitiga tushadi. Masalan, radioaktiv plutoniy-239 (24,4 ming yil yarim parchalanish davriga ega faol α -zarrachalari chiqaruvchi) ning eng kuchli xavfi uni ozuqa bilan yutilishidan emas, balki pluton kukunlarining o'pka to'qimalariga adsorbsiyasidan sodir bo'ladi.

Uchuvchan metal saqlovchi birikmalar, masalan simob, qo'rg'oshin va qalayning karbonilli va alkili birikmalari o'pkaga oson absorbsiyalanadi va metal bilan kuchli zaharlanishni keltirib chiqarishi mumkin. Bundan xulosa shuki: har qanday metall ionlarini havo bilan yutishdan ehtiyot bo'lish kerak!

Ishqoriy metall ionlari. Hech qaysi ishqoriy metal kuchli zaharli emas. Gomeostaz ikkala zarur Na^+ va K^+ ionlari konsentratsiyasini me'yordagi fiziologik darajada ushlab turadi. (6.1 jad. qar.) Ushbu ikkala element ovqat xazm bo'lishida muhim rol o'ynaydi. Ular shuningdek tirik organizmlarda ham alohida o'rin tutadi: membrananing har ikki tarafidan osmotik muvozanatni belgilaydi hamda HPO_4^{2-} , HCO_3^- kabi anionlar va organik molekulalar (ularning ko'pchiligi anionlardir) uchun musbat qarshi ionlarni ta'minlaydi. Shunday qilib, asosiy hujayralararo va hujayra ichidagi qarshi ion bo'lib, aynan Na^+ va K^+ xizmat qiladi.

Ba'zi bir fiziologik jarayonlarda ishqoriy metallarning boshqa ionlari Na^+ , K^+ ionlari bilan raqobatlashishi mumkin. Inson tanasidagi ichki hujayra suyuqliklarida K^+ ionlari bilan bir qatorda taxminan, 0,3g Rb^+ bo'ladi. Kichiq miqdorlarda organizmda Cs^+ ham bo'lishi mumkin; Katta miqdorda ^{37}Cs ($T_{1/2}=30$ yil) faqat radiofaol nurlanishdan so'ng hosil bo'ladi.

Litiy. 50 yildan ko'proq vaqt mobaynida Li^+ maniakal-depressiv psixozni davolash maqsadida foydalaniladi; Buyuk Britaniyada har 2000 ta odamning bittasi litiyni dori sifatida qabul qiladi. Bemorlarning Li_2CO_3 qabul qilishi qon plazmasida litiy konsentratsiyasini 1 mM gacha ko'tarib, ularning kayfiyatidagi o'zgarishlarni yumshatadi. Ammo davo samarasini berishi uchun kerakli bo'lgan metall miqdori, afsuski, markaziy asab tizimida va buyraklar funksiyasida salbiy o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin. Litiy ionlarining ta'siri xususiyati xaligacha aniqlanmagan; ehtimol, u hujayralar ichidagi o'zaro aloqalarni o'zgartiradi. Li^+ ko'p fermentlarga, shu jumladan glikolizda qatnashadigan fermentlarga ham ta'sir qiladi. Ko'pchilik biokimyogarlarning fikricha, Li^+ ionlari Na^+ yoki K^+ ionlarining o'rnini egallaydi, ammo ularning hajmi litiydan tegishlicha ikki yoki olti marotaba kattaroq. Shuning uchun oqsil makromolekulalaridagi bunday o'rin almashish metallar bo'shlig'i tuzilishini o'zgarishiga olib kelishi kerak; boshqa tarafdin Li^+ ionlari Mg^{2+} ionidan ancha katta. Litiy odatda Na^+ va K^+ ga qaraganda kuchliroq, Mg^{2+} ga qaragan bo'shroq komplekslar hosil qiladi. Psixozni davolashda litiy va magniy bir-biriga yaqin konsentratsiyalarda qo'llaniladi, Li^+ esa, Mg^{2+} bilan band bo'lmagan joylarni egallaydi, agar hamma joylar magniy bilan band bo'lsa, Li^+ ionlari Na^+ va K^+ o'rnini egallaydi. Ushbu ishqoriy metallar ionlari reaksiyaga Mg^{2+} ioniga qaraganda 10^3 barobar tezroq kiradi. Aynan shu omil litiy kiritilishida Mg -saqlovchi fermentlar faolligining o'zgarishini asoslab bera oladi.

Magniy. Ushbu Mg^{2+} ionlari ko'rinishidagi metall ham o'simlik, ham hayvon organizmi uchun muhimdir. O'simliklarda Mg^{2+} to'rtta azot atomlari bilan o'ralib xlorofilni siklik tuzilishidagi pirol xalqalarida uchraydi, bu azot bilan magniyning kam uchraydigan birikmalaridan biridir. Hayvon organizmlarida adenozinuchfosfat (AUF) ishtirokida kechadigan har bir reaksiyada Mg^{2+} zarur koomil bo'lib xizmat

qiladi. Zanjirining har bir bo'g'inida manfiy zaryadlangan fosfat guruhlariga ega DNKni juft spiralini barqarorlashtirishda ham Mg^{2+} muhim qarshi ion rolini o'ynaydi. Magniy ionlarini mavjudligi bo'g'inlarni to'g'ri birlashishi extimolini oshiradi. Mg^{2+} ionlari AUF turkumidagi nukleozid fosfatlar bilan reaksiyaga kirishsa, faqat fosfat guruhlar bilan bog'lanadi. Mg^{2+} ionlari asab-mushak impulslarini o'tkazish va mushaklar qisqarishi uchun juda muhimdir. Barqaror gomeostaz sog'lom insonlar uchun qon plazmasida Mg^{2+} miqdorini 0,9 mM da ushlab turadi. Mg^{2+} etishmovchiligi keng tarqalgan, alkogolizm da esa bu doimiy vaziyat. Magniyning kuchli etishmovchiligi ancha kam uchraydigan holat bo'lgani sababli, u bo'yicha simptomatika ma'lumotlari ham kam. Ruhiy kasallik va asab-mushak buzilishlari, shu jumladan titroq, tomirlar tortilishi, qo'l oyoqlar uvushib qolishi, tremor va shu kabilar uning alomatlaridir. Mg^{2+} ning kam miqdorlari gipokalsemiyani keltirib chiqarishi mumkin, bunda metabolik labil mineral suyaklardan chiqib keta olmaydi. Mg^{2+} va Ca^{2+} miqdorlari paratiroid garmon bilan salbiy teskari aloqa mexanizmi orkali boshqariladi. Magniyning toksikligi ancha kam. Mg^{2+} tuzlarini katta miqdorda iste'mol qilish qayd qilishga olib keladi. Buyrak etishmovchiligi bor bemorlar magniyni kislota-neytrallaydigan dori vositasi tarkibida qabul qilganda ularda uzoq vaqt davomida zaharlanish alomatlari kuzatiladi. Ushbu alomatlar markaziy asab tizimi, nafas olish organlari, yurak-tomir sistemasida qayd etilishi mumkin.

Kalsiy. Ikkita ishqorli Na^+ va K^+ ionlari, hamda ikki ishqoriy yer Mg^{2+} va Ca^{2+} ionlari birgalikda inson tanasidagi metallar ionlarining 99 foizidan ortig'ini tashkil qiladi. Inson organizmida Ca^{2+} ko'rinishidagi kalsiy miqdori boshqa metallar ionlariga qaraganda ko'proq. Uning miqdorining 99% dan ko'prog'i suyaklar va tishlar emalida gidroksoapatit $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ ko'rinishida bo'ladi. Eritmalar tarkibidagi kalsiy ko'p jarayonlarda, masalan mushaklar qisqarishida, qon ivishi, asab imkulslarining o'tishi, mikrokanallar hosil bo'lishi, hujayralararo aloqalar, gormonal ta'sirlar, ekzotsitoz, minerallashuv, hujayralarining rivojlanishi, qo'shib ketishi va yopishib qolishida muhim vazifani bajaradi. Kalsiy ionlari ishtirokidagi bunday jarayonlardan aksariyati, u barqarorlashtirishi, faollashtirishi

va o'zgartirishi mumkin bo'lgan oqsil makromolekulasi bilan birga sodir bo'ladi. Hozirgacha ma'lum bo'lgan oqsillardagi Ca^{2+} ionlari bog'lanishi joylari kislorod atomlaridan tashkil topgan. Hujayralararo va hujayralar tarkibidagi suyuqliklarning Ca^{2+} konsentratsion gradienti, qolgan 3 biologik muhim ishqorli hamda ishqoriy erli metallar ionlari (Na^+ , K^+ , Mg^{2+}) darajasidan ancha yuqori. Hujayralararo suyuqliklardagi Ca^{2+} ning ozod konsentratsiyasi taxminan 1,3 mM tashqil qiladi, ammo hujayralar tarkibidagi suyuqliklarida uning miqdori hayratlanarli darajada kam (0,1 mkM). Stimulyasiyada hujayralar tarkibidagi kichik konsentratsiya 10 barabar o'sishi mumkin, bu hodisa dissotsiatsiya konstantasi mikromollar chegarasida bo'lgan oqsil makromolekulalarini konformatsion o'zgarishlari bilan birga kuzatiladi. Hujayralar tarkibidagi oqsillarning kalsiy konsentratsiyasi o'zgarishiga bo'lgan konformatsion ta'sirchanligi, Ca^{2+} vazifasini hujayralar tarkibidagi ikkinchi turdagi mediator sifatida tushunilishiga olib keldi. Tavsiya qilingan Ca^{2+} ning kunlik miqdorini (800 mg) kalsiyga boy bo'lgan yagona manba - 1 litr miqdoridagi sutni iste'mol qilib olish mumkin. Kalsiy tanqisligi bo'y o'sishi sekinlashishida, tishlarning buzilishida va boshqa kam seziladigan nuqsonlarda seziladi. Ushbu yashirin nuqsonlardan biri bu Ca^{2+} tanqisligi mavjud tizimda, nomaqbul yoki toksik bo'lgan metallar ionlarini yuqori absorbsiyasi. Odam me'dasidagi absorbsiyani boshqaradigan gomeostaz mexanizmi, Ca^{2+} darajasini ham nazorat qiladi. Kalsiy toksik emas deb hisoblanadi. Yumshoq to'qimalarda suyak minerallarining yig'ilishi Ca^{2+} ionlari ko'pligidan emas, balki D vitaminining yuqori miqdori tufayli yuz beradi. Ammo parxezda Ca^{2+} ning ko'p miqdori inson organizmi uchun kerak bo'lgan boshqa metallar absorbsiyasini sekinlashtirishi mumkin.

Bariy va stronsiy. Ba^{2+} ning zaharliligi uning K^+ (lekin Ca^{2+} bilan emas) bilan antagonizmi sabablidir. Bunday o'zaro aloqa, zaryadlar tengligidan ko'ra Ba^{2+} va K^+ ion radiuslari o'xshashligi (masalan Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari radiusi turli) muhimroq ekanligining yaqqol misolidir. Bariy ionlari – bu mushak zaxri, bunda davolash K^+ tuzlarini venaga yuborishdan iborat. Ba^{2+} ionlari ichaklarda bo'lganida, SO_4^{2-} eruvchan tuzlarining qabul qilinishi, erimaydigan va absorbsiyalanmaydigan bariy

sulfatini hosil bo'lishiga olib keladi. BaSO_4 rentgenokonstrast material sifatida oshqozon-ichakni tekshirishda qo'llaniladi. Inson organizmida, suyaklar tarkibida taxminan 0,3 g Sr^{2+} mavjud. Bunday miqdor hech qanday xavf solmaydi; ammo oxirgi yillarda radiofaol yog'ingarchiliklar tufayli stronsiy ^{90}Sr ($T_{1/2} = 28$ yil) ekstensiv ifloslantiruvchiga aylandi.

Berilliy. Be^{2+} nordon muhitlarda oshqozon absorbsiyasini pasaytiradigan, erimaydigan gidroksid $\text{Be}(\text{OH})_2$ hosil qiladi. Beriliy saqlovchi chang bilan nafas olish surunkali o'pka granulomatoziga (berillioz nomli kasallik) olib keladi; kasallik sekin rivojlanadi va ko'pincha o'lim bilan tugaydi. Berilliy oksididan foydalanadigan, fluoressent lampalari ishlab chiqaruvchi korxonalar xodimlari berillioz qurbonlariga aylangan. (Bunday ishlab chiqarishlar butkul to'xtatilgan). Berilliy tana og'irligidan milliondan bir qismi ham o'limga olib keladi. Be^{2+} odam tanasida kolloid fosfat shaklida aylanib yurib, asta sekin suyak skeleti tarkibiga yig'iladi. Gidroksid va fosfat komplekslarining hosil bo'lishi yuqorida keltirilgan prinsiplar bo'yicha boradi. Be^{2+} fosfataza turidagi ko'pgina fermentlarni sekinlashtiradi, u ma'lum bo'lgan barcha ishqoriy fosfataza ingibitoridan eng kuchlidir. Berilliy shuningdek magniy va kaliy bilan faollashtiriladigan fermentlarni ham sekinlashtiradi, hamda DNK replikatsiyasini buzadi. Berilliydan surunkali zaharlangan odamlar organizmidan Be^{2+} ni olib tashlash uchun "Xelatli terapiya", ya'ni xelat hosil qiluvchi preparatlarni qabul qilish samara bermaydi.

Lantanoidlar. Atom raqami 57 - lantanadan boshlanib atom raqami 71 - lyutetsiyagacha 15ta element lantanoidlarga tegishli. Ularning barchasi biologik tizimlarda faqat oksidlanish darajasi +3 bo'lib uchraydi. Ushbu seriyaning o'rta a'zosi gadoliniyni Gd^{3+} (atom raqami 64) ion radiusi Ca^{2+} ion radiusiga yaqin. Atom hajmidagi o'xshashlik, uning zaryadlari bir xilligidan muhimroq ekanligi uchun, lantanoidlar kalsiyni ko'p biologik tizimlarda siqib chiqaradi. Agar metall ionlari tarkibiy rolni o'ynasa, bunday lantanoidli joy almashish jiddiy emas, lekin metall ioni faol joyda bo'lsa, lantanoidlar sekinlashtiruvchi yoki faollashtiruvchi ta'sir qilishi mumkin. Oqsil makromolekulalardagi Ca^{2+} ioni bog'lanish joylarini aniqlashda lantanoidlar keng qo'llaniladi. Bironta lantanoid elementga biologik

zarurat yo‘q. O‘simliklar lantanoidlarning yig‘ilishiga qarshilik qiladi va shu tariqa ularning ozuqa zanjiri orqali odamga o‘tishining oldini oladi. Lantanoidlar pH=6 gacha gidrokomplekslar va cho‘kindi hosil bo‘la boshlamagunicha akvaion (3+) shaklida bo‘ladi. Ularning fosfatlari ham erimaydi. Buning natijasida lantanoidlar ichaklarda erimaydigan komplekslar hosil qiladi, shuning uchun yomon hazm bo‘ladi. Ulardan birontasi ham toksik hisoblanmaydi.

Alyuminiy. Yer qobig‘idagi eng ko‘p tarqalgan bu metall, tirik organizmlarda kam uchraydi, chunki u murakkab mineral qoldiqlar tarkibida bo‘ladi. Odatda katta odam tanasida 61 mg alyuminiy mavjud, uning asosiy qismi o‘pkalarda nafas olish natijasida yig‘iladi. Alyuminiyning yagona kationi Al^{3+} neytral eritmalarda erimaydigan gidroksid $Al(OH)_3$ va uning asosida mustahkam gidrokso- va okso- birikmalarni hosil qiladi. Aynan shunday zarrachalar va erimaydigan $AlPO_4$ hosil bo‘lishi Al^{3+} ning oshqozonda hazm bo‘lishini cheklaydi. Absorbsiyadan so‘ng alyuminiyning eng yuqori konsentratsiyasi miyadadir. Buyraklar faoliyatining yomonlashishi, organizmdan Al^{3+} chiqazish qobiliyatini sezilarli darajada pasaytiradi. Organizmda alyuminiyning yuqori miqdorlari, $AlPO_4$ hosil qilib, natijada fosfatlar etishmovchiligiga olib keladi. Suv va ozuqada ushbu metall faqat past miqdorlarda uchraydi, bunday konsentratsiyalarda esa Al^{3+} juda toksik emas. Al^{3+} ning (Hg^{2+} va Pb^{2+} kabi) kislotali yomg‘irlar bilan shaharlar suv tarmog‘iga tushishi metallarning suvdagi miqdori oshishiga va katta muammolarga olib keladi. Suvlarga tushayotgan metall ionlari baliqlar uchun kislotalilikdan ham katta xavf soladi. Ca^{2+} va Mg^{2+} ning cheklangan miqdorlari alyuminiyning toksikligini oshiradi. Al^{3+} ning toksik ta’siri ich qotishlari va asab buzulishlarida namoyon bo‘ladi. Alyuminiy konsentratsiyasining ortishi nerv faoliyati buzilishi, qariyalarda Alsgeymer kasalligi, aqli zaiflik va hattoki o‘limga olib keladi. Ammo zamonaviy tibbiyot xodimlarining fikricha, alyuminiy kasallikning asosiy sababchisi emas, chunki u sog‘ bo‘lmagan miyada yig‘ila boshlaydi yoki ko‘p omillardan biri bo‘lib xizmat qiladi. Ammo katta yoshdagi odamlar tarkibida alyuminiy saqlovchi antiperspirantlardan foydalanishi va katta miqdorda antatsidlarni (kislotalilikni

neytrallovchi preparatlar) iste'mol qilishi xavotirli vaziyat. Tarkibida Al^{3+} yuqori konsentratsiyada bo'lgan suvlar bilan dializ olgan bemorlar "dializli aqli zaiflik"ka duchor bo'lishlari mumkin.

Xrom. Eng zarur iz qoldiruvchi elementlar ro'yhatida odatda xrom hisobga olinadi..Inson tanasida ko'pchilik to'qimalar o'rtasida taqsimlangan 6 mg gacha xrom bo'ladi. Talab etiladigan doza xali aniqlanmagan bo'lsa-da, aytish mumkinki, ular juda kam bo'lishi kerak. Xromning iste'mol darajasini kimyoviy yoki biokimyoviy usullar bilan baholash qiyin. Xromning zarurligi sababi ham noma'lum bo'lib qolmoqda. Cr^{3+} glyukozaga tolerantlikning komponent omili ekanligi aniqlanganiga 25 yil bo'lgan, ammo ushbu kompleksning tarkibi va tuzilishi xaligacha noma'lum. $\text{pH}=7$ bo'lganida eng keng tarqalgan birikma bu $\text{Cr}(\text{OH})^{+2}$, ammo u o'zining inert, poliyadroli, kompleks shaklida bo'ladi. Hatto xromni geksakva-ion (III) shaklida ham suv molekulasining erituvchi bilan almashinuvi bir necha kun kechadi. Aynan ushbu inertlik $\text{Cr}(\text{III})$ rolini faqat tarkibiy vazifalar bilan cheklaydi. Agar xrom tez reaksiyalarga jalb qilinsa, u $\text{Cr}(\text{II})$ shaklida bo'ladi. Qand xrom uchun potensial liganda sifatida chiqishi mumkin. Ushbu metall bog'lanishi uchun glyukoza nisbatan yomon liganda, ammo ushbu cheklov uchvalentli xromning ba'zi komplekslarida sezilmasligi ham mumkin. Uch valentli xrom $\text{Cr}(\text{III})$ — eng kam zaharli metall ionlaridan biri; Olti valentli xrom $\text{Cr}(\text{VI})$ esa zaharlidir. $\text{Cr}(\text{III})$ ioni $\text{pH} < 4$ darajasida geksakva-ion shaklida bo'ladi, ammo pH qiymati o'sishi bilan gidroksokomplekslar va inert bo'lgan kislorodli ko'priqchali poliyadro komplekslar hosil bo'la boshlaydi. Neytral eritmalarda $\text{Cr}(\text{VI})$ - CrO_4^{2+} ko'rinishida bo'ladi, lekin inson organizmida esa kuchli oksidlovchi $\text{Cr}(\text{VI})$ - $\text{Cr}(\text{III})$ ga o'tadi. CrO_4^{2+} va CrO_7^{2+} ning nordon eritmasi bilan ishlovchi kimyogarlar va boshqa tadqiqotchilar bu modda bilan ishlaganda teriga zarar etishi mumkinligini inobatga olishlari kerak.

Molibden. Bu metal $\text{Mo}(\text{VI})$, va molibdat MoO_4^{2-} ko'rinishida uchraydi va oshqozon ichak traktida adsorbsiyalanadi. O'simliklarda molibden nitrogenaza fermentining qo'shimcha omili sifatida uchraydi. Ksantinoksidaza (tirik organizmlarda mochevina kislotasi hosil bo'lishini katalizlaydigan) da ikki atom

Mo, sakkiz atom Fe va adenindinukleotid kofaktorlar tarkibida esa flavin xalqalari bo'ladi. Molibdenning zaharliligi mis yoki oltingugurtning zaharliligi darajasiga teng bo'ladi. Molibden bilan to'yintirilgan va mis miqdori kam bo'lgan emlar bilan oziqlantirilgan kavsh qaytaruvchi uy hayvonlarida bo'yi o'smaslik, anemiya, suyak kasalliklari bilan kechadigan o'smalar kuzatiladi. Molibden va misning bunday nisbatida parhez qiladigan odamlarda podagra simptomlari kuzatiladi. Molibden bilan zaharlanganda mis preparatlarini qabul qilish hayvonlar uchun foydalidir. Molibden ham, unga yaqin bo'lgan volfram ham organizm uchun zarur hisoblanmaydi va ksantinoksidaza faolligini ingibirlaydi, shu bilan birga unchalik zaharli metall ham emas.

Marganets. Marganets uchun bir necha oksidlanish darajalari ma'lum, lekin ushbu metall oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etmasligi haqida dalillar mavjud, eng muhimi esa Mn^{2+} . Inson organizmiga marganets etishmaganda nimalarga olib kelishi mumkinligi haqida ma'lumotlar yo'q. Hayvonlarda uning etishmasligi suyaklar o'sishining yomonlashuviga, mahsuldorlik funksiyasining pasayishiga, xolesterin sintezining pasayishiga olib keladi. Marganets fermentlarning qo'shimcha omili bo'lishi mumkin. Mn^{2+} ni ko'pgina fermentlar faollashtiradi, ammo uning faollanishi o'ziga xos, boshqa metall ionlari masalan Mg^{2+} ham ushbu maqsad uchun samaralidir. Qon plazmasida Mn^{2+} konsentratsiyasi Mg^{2+} konsentratsiyasining mingdan birini tashkil qiladi. Marganets deyarli zaharli emas, ayniqsa Mn^{2+} ioni shaklida. O'zining oksidlanish xususiyatidan kelib chiqib, permanganat-ion MnO_4^- zaharlidir. Marganets bilan eng tez zaharlanishlar sanoat ishlab chiqarishida uning oksidlaridan nafas olish natijasida sodir bo'ladi. Bunday turdagi uzluksiz ta'sir manganizmga olib kelishi mumkin. Bunda markaziy nerv sistemasi va miyada qaytmas, jiddiy buzilishlar sodir bo'ladi. Marganetsning organizmdagi ortiqcha miqdori miya ferment tizimlariga ta'sir qiladi. Afsuski, universal, samarali ta'sir etuvchi antidotlar yo'q, faqatgina mavjud sababni bartaraf etishga harakat qilinadi.

Temir. Inson organizmida temirning miqdori 4 g, shundan 70 foizi, ya'ni 3 grammi gemogloblin ko'rinishida qizil qon tanachalari tarkibida, qolgan katta qismi

temirproteinlarida, ozgina qismi - ba'zi bir fermentlardadir. Temirning tavsiya etiladigan kundalik iste'moli 10—20 mg bo'lib, shundan faqat 10-20 foizi absorbsiyalanadi. Yaxshi gomeostazda ham temirga nisbatan tanqislik kuzatilgan kishilarga bir necha kattaroq miqdorda iste'mol qilish tavsiya etiladi. Temir absorbsiyasi erimaydigan gidroksidlar, fosfatlar, yog' kislotalari komplekslari hosil bo'lganda sekinlashadi, bunga erigan qand va askorbin kislotasi xelatlari yordam beradi. Har kuni gemogloblin parchalanganda ajraladigan 5 gr temirning deyarli hammasi jigarda samarali aylanadi, shuning uchun odam organizmida temirning yarim parchalanish davri 10 yildan ortiq. Aynan shu sababli, kuniga 1 mgdan kam absorbsiya insonga (ayollarning xayz ko'rishi bundan mustasno, bu vaqtda 20 mg temir yo'qotiladi) etarli. Butun dunyoda inson organizmida eng keng tarqalgan etishmovchilik bu temir etishmovchiligidir - sanoat hududlarida yashovchi, ayollarning 10 foiziga yaqinida menopauzadan oldin kuzatiladi; ba'zi guruhlarda ushbu raqam 100%gacha etadi. Temir etishmasligi anemiyaga olib keladi. Qonda temirFe(II) shaklida absorbsiyalanadi va Fe(III)gacha oksidlanadi. Fe³⁺hatto sho'r suv eritmalarida mutloq erimaydigan cho'kindi hosil qilishi sababli, transferrin oqsili Fe³⁺ ni qonga olib o'tadi. Transferinning Fe³⁺-ni tashish xususiyati qolmaganida, Fe(OH)₃ qonda cho'kadi. Temirning toksikligi spetsifik guruhlar uchun namoyon bo'ladi: AQShda har yili 1000ta boladan 10tasi onalari uchun tayyorlangan FeSO₄ tabletkalarini ichib vafot etadi; spirtli ichimliklarni suiste'mol qilish oqibatida jigar funksiyasi kuchli buzilganda temirning toksik ta'siri kuchayadi. Temirning toksikligi me'da-ichak tizimi kasalliklari, shok, jigarning shikastlanishi bilan bog'liq.

Kobalt. B₁₂ vitaminining tarkibiy komponenti sifatida ma'lum. Odamning B₁₂ vitaminiga bo'lgan bir kunlik ehtiyoji bor-yo'g'i 3 mkg ni tashkil qiladi, uning etishmasligi esa anemiya va bo'y o'sishining to'xtashiga olib keladi. V₁₂ vitaminining bir nechta shakllari ma'lum bo'lib, ular metal guruhlarini tashish reaksiyalarida va kobalt oksidlash holatini o'zgartiradigan boshqa reaksiyalarda qo'shimcha omil bo'lib xizmat qiladi. Kobalt korrinoid xalqada vitamin B₁₂ bilan bog'lanmagan bo'lib, biologik tizimlarda Co²⁺ ioni shaklida bo'ladi. Ushbu ion

to'rt, besh va hatto olti tipdagi koordinatsion poliedralardagi donor atomlarini bog'lay oladi. Zn^{2+} ham shunga o'xshash qobiliyatga ega. Ushbu ikki ion ham barcha kordinatsion sonlar uchun bir xil samarali ion radiuslariga va bir-biriga yaqin barqarorlik konstantalariga ega. Ko'pgina ligandali komplekslarda Co^{2+} ba'zi fermentlarda Zn^{2+} ni o'rnini oladi va ko'pincha faol fermentlarni beradi. Ruxsaqlovchi oqsillardagi faol bo'lmagan ruxning spektral hususiyatlarini o'rganish uchun Co^{2+} dan foydalanish qulay, chunki u juftlanmagan *d*-elektronlariga ega. Co^{2+} ning ortiqcha miqdori suyak iliklarida eritrotsitlar ishlab chiqarilishini kuchaytiradi; bunda qalqonsimon bezning yod yig'ish xususiyati pasayadi, ya'ni bo'qoq kasalligi anemiyada kobalt tuzlarini ist'emol qilish oqibati bo'lishi mumkin. Kobalt har kuni 3 litrdan ko'p pivo ichadigan odamlarning yurak faoliyatiga ham zararli ta'sir ko'rsatishi ma'lum bo'ldi. (Ba'zi davlatlarda qoldiq detergentlar ta'sirini yo'qotish uchun pivoning ko'pirishiga qarshi unga ikkivalentli kobalt tuzlari qo'shiladi). Etil spirti organizmning kobaltdan zaharlanishga ta'sirchanligini oshiradi, butilkaga quyiladigan pivodagi SO_2 esa tiaminni parchalaydi (bu vitaminning tanqisligi Co^{2+} keltirib chiqaradigan kardiotoksiklikni chuqurlashtiradi).

Nikel. Biologik tizimlarda nikel deyarli har doim Ni(II) ko'rinishida uchraydi. Ba'zi sharoitlarda nikel uchun oksidlanish darajasi +3 bo'lishi mumkin bo'lsa-da, uning yuqori rivojlangan organizmlarda uchrashi ehtimoldan yiroqroq. Inson tanasida 10 mg Ni^{2+} mavjud bo'lib, uning qon plazmasidagi miqdori tor chegaralarda gomeostaz natijasida ushlab turiladi. Kam miqdordagi Ni^{2+} hayvonlar uchun stimullovchi ta'sir ko'rsatadi. Nikel o'simlik fermenti ureaza uchun qo'shimcha omil bo'lib xizmat qiladi. Boshqa metallar ionlari bilan birga Ni^{2+} ham hayvonlar organizmidagi ma'lum bir fermentlarni faollashtiradi, ammo inson uchun uning zarurligi hali isbotlanmagan. Ni^{2+} ioni nisbatan toksik bo'lmagan ionlar sirasiga kiradi. Ammo tarkibida nikel karbonili $Ni(CO)_4$ mavjud bo'lgan sanoat tutunlari o'pkada oson absorbsiyalanadi va yuqori toksik xususiyatni namoyon qiladi. Organizmga tushganda Ni^{2+} ioni kuchli oshqozon-ichak og'rig'ini keltirib chiqaradi. Nikel bilan surunkali zaharlanish yurak to'qimalari va

boshqa to'qimalarning parchalanishiga olib keladi. Nikelning toksikligi sabablari bizga ma'lum emas; u fermentlarni bog'lab olib, nuklein kislotalari bilan reaksiyaga kirishadi.

Mis. Misning organizmdagi konsentratsiyasi gomeostaz tomonidan nazorat qilinadi va uning optimal qiymatlari keng chegaralarda o'zgarib turadi. Aynan shuning uchun misning etishmovchiligi ham, uning toksikligi ham ko'p uchramaydi. Turli oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining katalizatori bo'lib xizmat qiladigan fermentlar uchun mis zarur qo'shimcha omildir. Uning etishmasligi anemiyaga, suyak va biriktiruvchi to'qimalar holatining yomonlashishiga va sochlar pigmentatsiyasi yo'qolishiga olib keladi. Organizmga dorilar tarkibida Zn^{2+} ning tushishi mis tanqisligiga olib kelishi taxmin qilinadi. Mis har ikkala Cu(I) va Cu(II) valentli holatlarida glutation va oltingugurtsaqlovchi oqsillarda sulfidril guruhni yaxshi bog'laydi. Cu(II) himoyalangan sulfidril guruhlarini disulfid guruhlargacha oksidlab, o'zi Su(I)gacha qaytariladi, shuning uchun organizm Cu(II)ni sulfidril guruhning oksidlanishidan oldin bog'lashi kerak. Qon plazmasidagi misning taxminan 95 foizi seruplazmin oqsili tarkibida bo'ladi. Uning tarkibida faqat bitta sulfidril guruh bo'lsa-da, misning plazma albumini neytral aralashmalarida birlamchi bog'lanish joyi bu oqsil molekulasining aminli uchidir. Azotli donor atomlar soni oshgani sari geksakva-Cu²⁺ tetragonal shaklni egallay boshlaydi. Mis oshqozonga va ichakka ko'proq miqdorda tushganda ularning nerv uchlarini qitiqlab, qayt qilishga olib keladi. Misning surunkali ortiqcha miqdori o'sishning to'xtashiga, gemolizga, gemoglobin miqdorining pasayishiga, jigar, buyrak va miya to'qimalaridagi buzilishlarga olib keladi. Vilson kasalligiga (tug'ma metabolizm defekti) duchor bo'lgan bemorlarning aksariyatida seruloplazmin etishmovchiligi kuzatiladi. Bunday bemorlarda jigar disfunksiyasi bilan bir vaqtda jigarda mis miqdorining ortishi kuzatiladi. Misning toksikligini MoO_4^{2-} qabul qilish yo'li bilan kamaytirish mumkin.

Rux. Inson organizmida Zn^{2+} ioni 20dan ortiq metalfermentlar tarkibiga kiradi, nuklein kislotasi metabolizmida qatnashadiganlar ham shularning

jumlasidandir. Zn^{2+} ionlarining qatta qismi qondagi eritrotsitlarda karboangidraza fermenti qo‘shimcha omili sifatida topilgan. Rux uchun aralashmalarda faqat bitta oksidlanish darajasi aniqlangan. Zn^{2+} ning fermentdagi vazifasi quyidagicha: a) substratni bevosita bog‘lashi va qutblashtirishi; b) yoki bog‘langan suv yoki gidroksid-ion orqali bilvosita o‘zaro ta’sirlashish. Inson tanasida Zn^{2+} ning katta qismi uning mushaklarida joylashgan, eng yuqori konsentratsiyasi esa jinsiy bez – prostatadadir. Zn^{2+} darajasi gomeostaz tamonidan nazorat qilinadi. Rux etishmovchiligi alkogoliklarda, hamda rivojlanayotgan davlatlar aholisida (ularning taomlari tolali va qayishqoq moddalarga boy) kuzatiladi. Rux etishmovchiligi teri qoplamalarining zararlanishida, bo‘y o‘shining sekinlashishida, yosh yigitlarda jinsiy rivojlanish va funksiyalarining pasayishida ifodalanadi. Erkaklarni normal jinsiy faoliyati uchun Zn^{2+} kerakli miqdorda bo‘lishi lozim. Odamda spermatogenez jarayoni ko‘p bosqichli bo‘lgani sababli, Zn^{2+} konsentratsiyasini oshirish orqali uning jinsiy sog‘lig‘ini tiklash uzoq vaqtni talab etadi. Ruxli qo‘shimchalar boshqa metallarning metabolik muvozanatini buzib yuborishi mumkin, shuning uchun bunday qo‘shimchalar bilan davolanish tibbiyot xodimlari nazoratida olib borilishi kerak. Buning yana bir dalili shundan iboratki, Zn^{2+}/Cu^{2+} nisbati yurak ishemik kasalligi (qonning lokal arterial oqimi to‘xtashi) rivojlanishining asosiy omilidir. Ikki valentli ruxni qabul qilish rux etishmovchiligi bo‘lgan bemorlarda yaralar tezroq bitishiga olib keladi, ammo organizmda ruxning miqdori normal bo‘lsa qo‘shimcha rux yordam bermaydi. Ruxning miqdori go’sht va baliq tarkibida ancha ko‘p, shuning uchun rivojlangan davlatlar aholi si uchun qo‘shimcha rux zarur emas; bundan tashqari, bunday qo‘shimchalar miqdori ortib ketse, ular mis, temir va boshqa zarur metallar ionlari xazm bo‘lishiga to‘sqinlik qilib xavf tug‘diradi.

Rux tuzlarining ortiqcha miqdorda iste’mol qilinishi ichak buzilishlari va ko‘ngil aynashiga olib keladi. Ushbu element bilan kuchli zaharlanish rux bilan qoplangan o‘ramaga solingan nordon meva sharbatlarini ichgan odamlarda kuzatilgan. Odamlarda surunkali rux bilan zaharlanish umuman kuzatilmagan, ammo bu holat noaniq o‘tishi ham mumkin. Masalan, rux va mis raqobatida, agar

mis minimal miqdorda bo'lsa, ruxning miqdori ortishi, mis etishmovchiligini chaqiradi. Xuddi shunday, ruxning ortiqcha miqdori, agar Ca va P eng kam miqdorlarda bo'lsa, hayvonlar skeleti rivojlanishini sekinlashtiradi. Umuman olganda rux ioni xavfli emas, va u bilan asosan toksik kadmiy bilan birga zaharlanish mumkin.

Kadmiy. Kadmiy minerallarda va tuproqda 0,1% miqdorida rux bilan kamdan kam birga uchraydi. Rux singari, ushbu element faqat ikki valentli Cd^{2+} ioni shaklida uchraydi. Kadmiy ioni rux ioniga qaraganda kattaroq; hajmiga ko'ra u ko'proq kalsiy ioniga yaqin, shuning uchun uni Ca-sinama sifatida qo'llaniladi. Ammo ligandalarni bog'lash xususiyati bo'yicha kadmiy ko'proq ruxga o'xshaydi, shuning uchun ruxga qaraganda zaharlanish hodisalari ko'proq sodir bo'lgan. Ca^{2+} ioniga qarama-qarshi ravishda ushbu ikki metall ionlari azotning donorli atomlari va oltingugurt ligandalari bilan mustahkam bog'lanadi. Organizmda kadmiy miqdorini ortib ketishi metallarning metabolizmini buzib, ruxli va boshqa metallofermentlar ta'sirini buzadi, bu esa organizmdagi ruxning qayta taqsimlanishiga olib kelishi mumkin. Kadmiyning toksiklik mexanizmi aniq emas, ammo uning ko'p bosqichlilik shubha tug'dirmaydi.

CH_3Hg^+ ionidan farqli o'laroq, kadmiy ioni platsentar barerni osonlikcha o'ta ololmaydi, shuning uchun chaqaloqlarda bu element umuman yo'q. Aksariyat odamlar organizmda kadmiy oz-ozdan ovqat orqali yig'iladi. Yarim parchalanish davri 10 yildan ortiq bo'lgan absorbsiyalangan Cd^{2+} ni organizm juda sekin o'zidan chiqaradi. Buning natijasida – odam organizmda buyraklarda kadmiy miqdori tug'ilganidagi Odan, keksayganida 20 mg gacha (chakmaydiganlar uchun) va chekadiganlarda 40 mg gacha oshadi. Ushbu elementning katta qismi metallotionin bilan bog'langan. Metallotionin, bu sulfidril o'rindoshlarga ega kichik oqsil molekulalari bo'lib, ularning zanjirdagi mavjudligi kadmiy bilan bog'liq.

Kadmiy bilan o'tkir zaharlanish qusish, bosh og'rig'i va ichaklar spazmi bilan namoyon bo'ladi; Zaharlanish hatto ichimlik suvi va boshqa, asosan Cd-saqlovchi birikmalar bilan aloqada bo'lgan idishlardagi, suv quvurlari,

mashinalardagi nordon suyuqliklardan ham kelib chiqishi. Kadmiy odam organizmiga tushib, qon orqali boshqa organlarga etkaziladi va u yerda glutation va eritrotsitlar gemoglobini bilan bog‘lanadi. Kashanda odamlar qonida chakmaydiganlarga qaraganda kadmiy miqdori taxminan 7 barobar ko‘proq bo‘lishi mumkin. Kadmiy bilan surunkali zaharlanish jigar va buyraklarni ishdan chiqarib, buyraklar disfunksiyasiga olib keladi. Afsuski, kadmiy bilan zaharlanishning hech qanday davosi yo‘q, xelatlaydigan agentlar esa faqat kadmiyni buyraklarda qayta taqsimlashi mumkin (zero bu ham xavflidir). Rux, kalsiy, fosfatlar, D vitaminini ko‘p miqdorda iste‘mol qilish va oqsilli parhez kadmiy bilan zaharlanish ta‘sirini birmuncha kuchsizlantirishi mumkin. Kadmiy bilan zaharlanishning xavfli shaklini Yaponiyada “itai-itai” (“voy-voy” degandek) kasalligi deb nomlashgan. Kasallik nomi bel va oyoqlardagi og‘riqlardan kelib chiqqan, bu xol osteomalatsiya yoki suyaklar dekalsifikatsiyasi bilan birga boradi (odatda yoshi katta ayollarda), bu o‘z o‘rnida suyaklarni sinishiga olib keladi (bitta odamda 72 marta suyak sinishi qayd qilingan) Kadmiy bilan kontakt to‘xtaganidan so‘ng ham proteinouriya (peshobda oqsil paydo bo‘lishi) sababli buyraklarning kuchli disfunksiyasi kuzatilgan. Ta‘kidlash joizki, bu kasallik o‘limga olib keladi.

Simob. Simobning hamma shakli zaharlidir. yer qobig‘i va okeanlardan gazlar bilan birga chiqadigan simob miqdori inson ishlab chiqaradigan simob miqdoridan 5 barobar ko‘proq, ammo uning sanoatda ishlab chiqarilishi mahalliy tusda bo‘lib, yuqori konsentratsiyaga ega. Inson organizmida unga hech qanday foyda keltirmaydigan o‘rtacha 13 mg simob mavjud. Turli simob tuzlaridan ilgari terapevtik vositalar sifatida foydalanilgan (masalan, zaxm va so‘zak kabi jinsiy kasalliklarni davolash uchun merkurbanzoatdan foydalanishgan). Simobli reagentlarni insektitsid va fungitsidlar sifatida qo‘llash, minglab odamlarning kuchli yoki kuchsiz zaharlanishga olib kelgan. Shuning uchun simob bilan zaharlanish dunyo miqyosidagi muammodir.

Simob keng tarqalgan 3 shaklda va bitta kam tarqalgan Hg^{2+}_2 ioni ko‘rinishida bo‘ladi. Hg^{2+}_2 ioni elementar simob va ikkivalentli simobga parchalanadi.



Ushbu reaksiya uchun muvozzanat konstantasi qiymati, reaksiya o'ngdan chapga yo'nalishda kechayotganligidan dalolat beradi.

$$K = [\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}_2^{2+}] = 1/170$$

Ammo haqiqatda Hg^{2+} ionining ko'p ligandalar bilan kuchli kompleks hosil qilish xususiyati tufayli reaksiya yo'nalishi chapdan o'nggadir..Tarqaganligi bo'yicha uchinchi o'rindagi simob shakli bu organik birikma - metil simob CH_3Hg^+ dir.

Simob xona haroratida suyuq metall. Uning qaynash harorati 357°C bo'lsa-da, u juda uchuvchan bo'lib, shuning uchun odatda hisoblanganidan ham xavfliroqdir. To'yingan havoni (25°C haroratida) bir kubometrda 20 mg Hg mavjud. Ushbu element suvda deyarli erimaydi; 0,28 mkM eruvchanlik chegarasi 25°C haroratida – 56 mkg/l, ya'ni suvning billion qismiga 56 simob qismi to'g'ri keladi.

Ikkala simob kationlari (Hg^{2+} va metil simob CH_3Hg^+) chiziqli 2-koordinatsiyaga ko'proq moyil. Ular yagona donorli atomga (ayniqsa N yoki S) ega ligandalar bilan aksariyat metall ionlariga qaraganda kuchliroq kompleks hosil qiladi. Mazkur bobda ko'rib chiqilgan boshqa barcha metall ionlari ichida faqat simob ishqoriy eritmalarda aminlardagi vodorodni o'rnini bosishi mumkin (faqat ammoniy ionida emas).

Darhaqiqat, "merkaptan" so'zi simobning tiollari bilan qattiq bog'lanish xususiyatidan kelib chiqqan. Eritrotsitlarda Hg^{2+} ionlari glutation va gemoglobinli sulfhidril guruhlar bilan aralash komplekslar hosil qiladi; qonda inson organizmida odatda saqlanadigan simob miqdori qoladi. Hg^{2+} ioni toksikligining molekulyar asosi sulfhidril guruhlar bilan bog'lanishi hisoblanadi, ammo shunga qaramay, aynan qaysi oqsillar metallanishga duchor bo'lishi hali noma'lum bo'lib qolmoqda.

Donorli ligandalarning, masalan sulfhidril guruhlarining ortib ketishida Hg^{2+} va CH_3Hg^+ larning tez almashinuvi toksikologiyada muhim ahamiyatga ega.

Aynan u simobni to'qimalardagi sulfidril qoldiqlar bo'ylab tez tarqatilishini belgilab beradi. Qon tarkibida CH_3Hg^+ ioni SH-guruhga xos proporsiyada taqsimlanadi: taxminan 10% plazmada va 90% elektrotsitlar tarkibida gemoglobinli va glutationli sulfidril guruhlar bor. Simob ta'sirini yo'q qilish uchun, simobli zaharlanishda antidot sifatida BAL (2,3-dimerkantopropanol) qo'llaniladi, u simobning organizm bo'ylab teng tarqalishini engillashtiradi; masalan sistein yoki L-asetilpenitsillamin kabi xelatlaydigan agentlar bilan gemodializ ham qo'llaniladi.

Nafas olganda simob bug'lari faol absorbsiyalanib miyada, buyraklarda, tuxumdonda yig'iladilar. Simob platsentar to'siqdan ham oshib o'tadi; kuchli zaharlanish o'pkalar buzilishiga olib keladi. Organizm to'qimalarida elementar simob ionga aylanadi, u SH-guruhli molekula, shu jumladan oqsil makromolekulalari bilan birikadi. Simob bilan surunkali zaharlanish asab tizimlari funksiyasining buzilishi, charchoq, yuqori darajadagi zaharlanish esa o'ziga xos simobli tremorga olib keladi. Simob tuzini atigi 1 gramning ham organizmga tushishi o'limga olib keladi. Simob tuzlari buyrakda yig'iladi, lekin ular elementar simob singari qon va plitsentar barerni oshib o'tolmaydi. Simob yutilishidan kelib chiqadigan kuchli zaharlanish oshqozon ichak mukomembranasidan oqsillarning cho'kishiga olib keladi, bu og'riq, qusish, ich ketishga sabab bo'ladi. Agar bemor ushbu holatni ko'tara olsa, qaltis organ jigar bo'ladi. Eritrotsitlarning muayyan gemolizi ham sodir bo'ladi. Surunkali zaharlanish markaziy asab tizimlari funksiyasining buzilishida ko'rinadi; Mo'ynaga ishlov berish jarayonida foydalaniladigan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tuzidan zaharlanish natijasida insonlarning telba bo'lib qolishi bunga yaqqol misoldir.

Metil simob xloridi CH_3HgCl singari simobning organik hosilalari ularning uchuvchanligi sababli yuqori toksikdir. Tarkibida simob mavjud, ifloslangan suvlardagi mikroorganizmlar, noorganik simob birikmalarini osonlikcha monometilsimob CH_3Hg^+ ga aylantiradi. Baliqlar organizmidagi simobning katta miqdori aynan shu shaklda yillar davomida saqlanishi mumkin. CH_3Hg^+ ionini yuqori miqdorlari baliqlar uchun odamlar singari toksik emas. CH_3Hg^+ bug'lari

bilan nafas olishda yoki ovqat bilan inson organizmiga ionlar tushganda, ular faol absorbsiyalanib elektrotsitlar, jigar va buyraklarga (hattoki homila miyasiga) tushadi, markaziy asab tizimining jiddiy kumulyativ qaytmas buzulishlariga olib keladi. Inson organizmida simobni yarim parchalanish vaqti bir necha oydan bir necha yillargacha boradi. Toksik ta'sir yashirin bo'lishi mumkin, bunda zaharlanish simptomlari faqat bir necha yildan so'ng ko'rinadi.

Simob bilan ommaviy zaharlanishga katta shov-shuvga sabab bo'lgan ikkita misol aynan CH_3Hg^+ bilan bog'liq. 1956 yilda Minamata kasalligi janubiy Yaponiyada xuddi shu nomli dengiz ko'rfazi yaqinida aniqlangan. 1959 yilda bu kasallik oziq-ovqat mahsulotlarida kimyoviy korxonalar tamonidan ko'rfaz suvlariga tashlanayotgan CH_3HgCl xloridi shaklidagi simob bilan zaharlangan baliqdan foydalanish natijasida kelib chiqqanligi aniqlangan. Simob konsentratsiyasi shunchalik katta ediki, uni iste'mol qilgan suvdagi baliqlar o'lib, ularni egan qushlar to'g'ri dengizga qulab, zaharlangan xo'rakni egan mushuklar esa o'zini g'alati tutgan. 1954 yilga borib bunday zanjirli zaharlanish ushbu hududda mushuklar populyasiyasining sezilarli darajada kamayib ketishiga olib kelgan. Ammo 1959 yilgacha bu hududdagi ko'rfaz suvlarining simob bilan ifloslanganligi ustidan o'lchashlar olib borilmagan. Faqat qadimiy Yapon urf-odati tufayligina ko'rfazning ifloslanishi 1947 yilda boshlanganligi aniqlandi. Ammo 1968 yilga qadar oqovalarning ko'rfazga tashlanishi to'xtatilmadi.

Organizmga metil simob tushishi bilan bog'liq Minamata kasalligi odam ko'l-oyoqlari va yuzi uvushib qolishi, teri sezuvchanligi va qo'llarning faol harakatlanishi bilan boshlanadi. Keyinchalik harakatlanish koordinatsiyasining buzilishi, charchoq, titroq va qadam tashlashda ishonch etishmasligi, shuningdek mental buzilishlar, nutq, eshitish va ko'rish qobiliyatining pasayishi kuzatiladi. Oxir-oqibatda umumiy shollik, qo'l oyoqlar, ayniqsa barmoqlar deformatsiyasi, yutish qiyinlashishi, konvulsiyalar va o'lim yuz beradi. Achinarlisi shuki, ushbu kasallikdan kam zarar ko'rgan yoki umuman alomatlarini sezmagan onalardan tug'ilgan bolalar ham serebral paralichdan o'lgan yoki aqli zaiflik bilan tug'ilgan (odatda markaziy asab paralichi mental rivojlanish bilan bog'liq emas). Taxmin

qilinishicha, ona organizmidagi CH_3Hg^+ platsentar to'siqdan o'tib yuqori ta'sirchan homila organizmiga o'tadi. Kasallikning yuqoriroq bosqichlarida ayollarda bepushtlik paydo bo'lgan.

Talliy. Odam organizmi tomonidan talliyning o'ta toksik birikmalarini absorbsiya qilinishi gastroenteritlarga, periferik neyropatiyaga, ba'zida esa o'linga olib keladi. Talliyning uzoq surunkali ta'sirida soch to'kilishi kuzatiladi. Kemiruvchilarga qarshi Ti_2SO_4 ni qo'llash uning uy va yovvoyi hayvonlar uchun ham yuqori toksikligi uchun to'xtatilgan.. TiCl kam eruvchan bo'lsa-da, talliyning organizmdagi asosiy shakli - Ti^+ ion; organizmda talliy Ti^{3+} ion ko'rinishida ham uchraydi. Talliy ionlari hajmi kaliy ionlaridan birozgina katta bo'lishi mumkin, ammo ularning toksikligi sezilarli darajada yuqori. Hujayralar membranasidan o'tish qobiliyati esa talliy va kaliyda deyarli bir xil. Ti^+ va K^+ ionlari hajmi deyarli bir xil, ammo Ti^+ deyarli 4 barobar yaxshiroq qutblanadi va kuchli komplekslar hosil qiladi. Masalan, talliy riboflavin bilan erimaydigan komplekslar hosil qiladi, demak oltingugurt metabolizmini buzishga qodir.

Qo'rg'oshin. Qo'rg'oshin deyarli 5 ming yildan beri ma'lum bo'lib, uning zaharli ekanligini qadimiy yunon va arab olimlari ham bilgan. Qo'rg'oshin bilan zaharlanish rimliklarda ko'p uchragan, chunki ular vino va ovqatlarni qo'rg'oshin idishlarda tayyorlab saqlaganlar. Boshqa rassomlar singari, Goyya ham qo'rg'oshinli bo'yoqlardan nafas olish va ularning tasodifan ovqatga tushishidan aziyat chekkan. Hozirgi kunda qo'rg'oshinning yuqori miqdorlari shaharlik bolalar uchun xavf tug'diradi, chunki ular qo'rg'oshinli bo'yoqlar bilan bo'yalgan buyumlarni ushlab, ishlatilgan batareykalar bilan o'ynaydi, jurnal varaqlaridan foydalanadilar (rangli bosma uchun bo'yoqlarda 0,4% Pb mavjud). Boshqa muhim sababi bu, tetraetilqo'rg'oshin $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ benzina qo'shilishi bo'lib, uning yonish mahsulotlari havoni ifloslaydi.

Qo'rg'oshin bilan ifloslantiruvchi asosiy manba oziq ovqat hisoblanadi. Baxtimizga, erimaydigan fosfat $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ va asosiy karbonat $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ hosil bo'lishi sababli yutib yuborilgan qo'rg'oshin yaxshi absorbsiyalanmaydi. Absorbsiyalangan qo'rg'oshin suyaklarda yig'ilib, u erdan osteoporoz sababli ozod

bo'ladi va kechiktirilgan toksiklikni keltirib chiqaradi. Hozirda inson tanasida o'rtacha 120 mg qo'rg'oshin mavjud, bu esa misr mumiylaridan 10 barobar ko'proq. pH = 7 da, cho'ktirishga olib keladigan ionlar bo'lmaganda qo'rg'oshin Rb^{2+} ion shaklida mavjud bo'ladi. Xalqaro kelishuvlarga muvofiq ichimlik suvida qo'rg'oshin konsentratsiyasi 50 mkg/l dan oshmasligi kerak. Qo'rg'oshin bilan kuchli zaharlanish dastlab ishtaxaning yo'qolishi va qayt qilishga, muntazam zaharlanish esa sekin asta buyrak ishlashining buzilishiga, anemiyaga olib keladi.

Nazorat savollari

1. Metal ionlari bionoorganik kimyosini tadqiqot qilishning ob'ekti va predmeti nima?
2. Ishqoriy metal ionlarini sanab bering (litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziiy). Ularning asosiy ekologik-fiziologik ma'lumotlari qanday?
3. Ishqoriy yer metall ionlarini sanab bering (magniy, kalsiy, bariy, stronsiy, berilliy, lantanoidlar). Ularning asosiy ekologik-fiziologik ma'lumotlari qanday?
4. Qo'rg'oshinning inson organizmiga ta'sirini tushuntirib bering. Inson salomatligini qo'rg'oshindan himoya qilish bo'yicha qanday chora- tadbirlarni tavsiya etasiz?
5. Kadmiy, simob, margimush inson organizmiga qanday tushadi; ularning ta'siri qanday?
6. Seleni iste'mol qilish tirik organizmga nima uchun zarur?
7. Bionoorganik kimyoga ta'rif bering va uning atrof muhit haqidagi boshqa bilimlar qatoridagi o'rnini belgilang.
8. "Ifloslovchi komponent" va "ksenobiotik" tushunchalariga ta'rif bering. Og'ir metallar guruhiga kiruvchi oddiy ksenobiotiklarni aytib bering.
9. Nima sababli bizning yurtimizda shifokorlar o'smirlarga tarkibida yod bo'lgan mahsulotlarni doimiy ravishda iste'mol qilishni maslahat beradilar?
10. Og'ir metal atomlarining atmosfera va gidrosferadagi asosiy migratsion (ko'chish) yo'llarini aytib bering.
11. Og'ir metall atomlarining biologik imkoniyatlari nuqtai nazaridan turli migratsion shakllarini xarakterlang.

12. Suv muhitida og‘ir metall atomlarini joylashuv shakllarini belgilovchi asosiy kimyoviy jarayonlarni aytib bering. Kontinentlarning yer usti suvlari va dengiz suvlaridagi og‘ir metallar geokimyosining asosiy farqi nimada?

13. Suvda gumus birikmalarining bo‘lishi og‘ir metall atomlarining biologik imkoniyatlariga qanday ta’sir qiladi? Tirik organizmlarni (o‘simlik va hayvonlar) og‘ir metall atomlarining zaharli ta’siridan himoya qiluvchi biokimyoviy mexanizmlarni aytib bering.

14. Og‘ir metallarga ta’rif bering. Ularning biosferadagi roli qanday?

15. Xrom va simob sikllarini yozing.

16. Biosferada kimyoviy elementlarning taqsimlanish qonuniyatlari qanday?

17. Biosferaning sanoat ifloslanishi oqibatlarini aytib bering.

18. Ruxsat etilgan konsentratsiyaga (miqdorga) ta’rif bering.

19. Turli maqsadlarda foydalanish uchun suvning yaroqliligini qanday aniqlash mumkin?

20. Oziq- ovqat mahsulotlariga ifloslovchi moddalar REK si qiymatini keltiring.

7-BOB
TUPROQ KIMYOSI VA HIMOYASI.
TUPROQ DEGRADATSIYASI-DUNYO MIQYOSIDAGI EKOLOGIK
TAXDID

Talaba ushbu bobni o‘zlashtirganlan so‘ng:

— Yer sharidagi tuproq xilma-xilligini belgilovchi omillar, gumifikatsiya jarayonining mazmuni, tuproqda sodir bo‘layotgan fizik-kimyoviy jarayonlarning asosiy xususiyatlarini **bilishi**;

— Yerning kimyoviy ifloslanish sabablarini aniqlashni **bajara olishi**;

— Tuproqlarni oksidlanish usullarini tahlil qila olish ko‘nikmalariga **ega bo‘lishlari kerak.**

Biotsenozdagi ekologik holatning shakllanishida tuproq markaziy o‘rinlardan birini egallaydi. Zamonaviy tuproq kimyosi tuproqlarning xilma-xil xususiyatlarini, ularning tabiat sharoitlari bilan o‘zaro uyg‘unligini tushuntiradi.

Tuproq – bu insoniyatning bebaho boyligi va uning farovonligi manbasidir (7.1-rasm). Uning mavjudligi o‘simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlar hayoti uchun eng muhim omil bo‘ldi.

Tuproq – bu bizning sayyoramizni terisidir. Teri inson salomatligini aks ettiruvchi ko‘zgu singari organizm holati indikator bo‘lganidek, tuproqda ham biosferada sodir bo‘layotgan hodisalar natijasi aks etib turadi.

Bir qarashda yerning tuproq qatlami bir-xil va izlanish uchun qiziqarsiz bo‘lib tuyulishi mumkin. Haqiqatda esa tuproq qatlami xuddi odamlar, hayvonlar, o‘simliklar, minerallar va tog‘ jinslari dunyosidek qiziqarli va xilma xildir.

Bir biridan morfologik farq qiluvchi juda ko‘p tabiiy tuproq turlari mavjud. Biroq bir qator umumiy belgilar borligi, bizga ularning hammasini tuproqlar deb nomlashimizga imkon beradi; ularning barchasi yer yuzasida joylashadi, tegishli ekotizimlar komponentlari hisoblanadi, gumus shaklida organik moddani o‘zida yig‘adi va asosiysi, ular unumlidir.

Tuproqlarni turli ekotizimlar tarkibiy qismi sifatida batafsil ko‘rib chiqamiz. Tuproqlar shunday muhitki, unda yashovchi organizmlar tuproqni o‘zlari uchun moslashtira oladilar. SHunday qilib, ekotizim asosiy funksiyasining to‘liq bajarilishi amalga oshiriladi.

Natijada tuproqlar o‘zining barqarorligini oshirish tomon rivojlanadi, bunda biotaning yashashi uchun deyarli mukammal ko‘rsatgichlarga erishiladi.



7.1.-rasm. Tuproq – bu insoniyatning bebaho boyligi va farovonligi manbasidir

Tuproq hosildorligida eng muhim rolni tuproqning kolloid tarkibiy qismi o‘ynaydi. Aynan u tuproqning yuqori namlikni saqlash qobiliyatini, tuproqda ozuqa moddalarining to‘planishini ta‘minlaydi, tuproqning makro tuzilmasini va buning natijasi sifatida tuproq hosildorligini ta‘minlaydi.

Yaqin paytlargacha insoniyatning tuproq kolloidlarining tarkibiy tuzilishi haqidagi bilimlari umumiy xarakterga ega edi. Kolloid zarrachalar tuproqlarda ikki kolloid tizim shaklida: tuproqning katta zarrachalari yuzasida zich gellar ko‘rinishida, hamda tuproq aralashmasida organik va noorganik kolloid zarrachalar shaklida bo‘ladi deb hisoblangan. Buning natijasida tuproqni uning tarkibidagi qismlarning funksional o‘zaro ta‘siri asosidagi yagona tizim sifatida emas, balki turli hajmdagi kolloid zarrachalar yig‘indisi sifatida o‘rganilgan, ya‘ni ushbu sohada ko‘pincha soddalashtirilgan usuldan foydalanilgan.

O‘tgan asr o‘rtalarigacha tuproq kolloidlari yarim miqdor darajasida keng o‘rganilgan. Ushbu davrda rentgen fazali tahlil usullari va elektron mikroskopiyaning kashf etilishi tadqiqotchilarning qiziqish yo‘nalishini o‘zgartirib, tuproqshunoslik uchun yangi, qiziqarli va muhim natijalarga erishga

yordam berdi. Tuproq kolloidlarga yetarlicha e'tibor ko'rsatmaslik ham o'zining ob'ektiv sabablariga ega. Tuproq tarkibidagi ionlar va molekulalarni aniqlashning kimyoviy usullari yaxshi ishlab chiqilgan va qo'llash uchun ancha qulaydir. Rentgen fazali tahlil va mikroskopiya moddalarni mikroholatida o'rganishga imkon yaratib berdi. Ammo kolloid holatidagi tuproq komponentlarini o'rganish usullari o'sha davrda yetarlicha ishlab chiqilmagan edi.

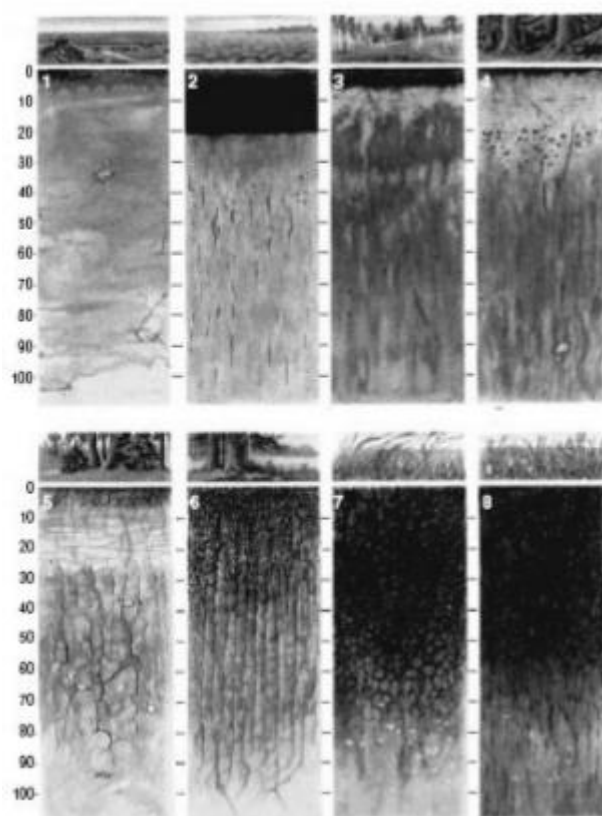
7.1. Tuproqlarning nanotarkibiy tuzilishi

Dunyoda yuzlab turdagi tuproqlar mavjud bo'lib, ular bir biridan morfologik jihatdan farq qiladi (7.2.-rasm).

Nanotexnologiyalarning rivojlanishi va tuproqshunoslikda yangi ma'lumotlarning to'planishi bizni tuproqning nanotarkibiga ham e'tibor qaratishga majbur qildi. Tuproqlarda bunday tuzilish borligini tekshirib, uning prinsiplarini tushunib olish kerak edi.

Nanotexnologiyalarda qo'llaniladigan usullardan foydalanib (elektron mikroskopiya, atomli mikroskopiya, rentgenlokal tahlil va boshqalar) tuproq organik moddalari molekulalari o'zaro ta'sir etib, o'z tarkibida turli hajmdagi mineral zarrachalarga ega chirindi matritsasini hosil qilishi aniqlandi. Tuproqlarning kolloid tarkibiy qismi mineral zarrachalar bilan mustahkamlangan chirindilardan iborat.

O'rganilgan tuproqlarning morfologik farqlariga qaramay, ularning barchasida nanotarkibiy tuzilishning umumiy prinsipi kuzatiladi. Uning umumiylikni o'rganish uchun olimlar kichik burchakli neytronlar tarqalishi usuliga murojat qildilar. Ushbu usul muayyan afzalliklarga ega, chunki u hech qanday tayyorgarlikni talab etmaydi va statistik ma'lumotlarni qo'lga kiritish imkonini beradi (neytronlar yoyilishi 14 mm tashkil qiladi).



7.2.-rasm. Tuproq morfologiyasi:

1 - tundra tuprog‘i; 2 – torfli tuproq; 3 – botqoq tuprog‘i; 4 - kul tagi tuprog‘i; 5 – dernov tuprog‘i; 6 - o‘rmon bo‘z tuprog‘i; 7 – qoratuproq; 8 – maysazor tuprog‘i.

Kichikburchakli neytronlar tarqalishi usulidan foydalanishning maqsadga muvofiqligini yaxshiroq tushunish uchun, uning tuproqlarni o‘rganishda qo‘llanilishi mohiyatiga e‘tibor qaratish zarur. Bunday xolda neytronlar tutami va tuproqning o‘zaro ta’sirlashuvi yuz beradi. Kolloid hajmdagi zarrachalar neytronlarni kichik burchaklar ostida tarqatib yuboradi. Bunda agar ular fraktallar hosil qilsa va nurlanish bilan o‘zaro ta’sir qilganda o‘zlarini mustaqil nur tarqatuvchidek tutsa, ya’ni bir biridan masofada joylashsa, ushbu ob’ektlar uchun “jins” ko‘rsatgichi uchdan kam va ular yoppasiga fraktallardir. Kolloid zarrachalar orasidagi o‘rtacha masofa qanchalik katta bo‘lsa, “jins” ko‘rsatgichi shunchalik kichrayib boraveradi. Ushbu ko‘rsatgich ommaviy fraktallar uchun o‘rganilayotgan ob’ektning fraktal hajmi bilan teng keladi. Agar “jins” ko‘rsatgichi uchdan katta

bo'lsa, bu kolloid zarrachalar bir biri bilan yaqin turganligi va o'zlarini mustaqil nur tarqatuvchi sifatida tuta olmasligini anglatadi.

Tuproq kolloidlarining fraktal tuzilishi haqidagi taxminlarga shu asos bo'ldiki, qoratuproq nanotuzilmalarining elektronmikroskopik suratlari fraktal klaster suratlariga o'xshaydi. Birinchi ilmiy tajribalarning o'ziyoq tuproqlarning kolloid tuzilishi fraktal tuzilmaga ega ekanligini tasdiqladi.

Shunday qilib, ushbu usuldan foydalanish bizga tuproqdagi kolloid zarrachalarning bir biriga nisbatan joylashishi haqidagi taxminlarni tasdiqlashga (rad qilishga) yordam beradi.

Bir qancha o'nlab turdagi tuproqlardan va tuproq gorizontlaridan olingan namunalarni o'rganish natijalari, ularning barchasida fraktal tuzulishga ega ob'ektlar singari neytronlar tarqalishi kuzatilganligidan dalolat berdi. Barcha nam va aksariyat quruq tuproqlar uchun fraktal o'lchami uchdan kam, ya'ni kolloid zarrachalar bir-biridan muayyan masofada joylashgan.

Olingan natijalar barcha o'rganilgan tuproqlarning umumiy nanotarkibiy tuzilishini tasdiqlaydi va bizga birinchidan, barcha nam va aksariyat quruq tuproqlar kolloid zarrachalari bir birlaridan masofada joylashganligi va bu faqat ularning chirindi molekulyar to'rida stabillashishi natijasida sodir bo'lishi mumkinligi, ikkinchidan chirindida joylashgan kolloid zarrachalar tartibga solinganligi va bunday tuzilmalar barcha o'rganilgan tuproqlarda tarqalganligi haqida ma'lumot berdi.

Yuqorida bayon etilganlardan xulosa qilish mumkinki, tuproqning kolloid tuzilishini haqiqatan ham organik molekulalar o'rtasidagi o'zaro ta'sir hisobiga tartibga solinadigan va kolloid zarrachalar bilan mustahkamlangan gumus massasi deb qarash mumkin.

Mustahkamlangan gumus massasi suv bilan o'zaro ta'sirlanganda o'zini ko'pgina polimerlar kabi tutadi, ya'ni o'ziga suvni shimib shishadi va hajmiga kengayadi.

Tuproq quriganda uning cho‘kishi sodir bo‘ladi. Tuproqqa turli xil ta’sirlar bo‘lganda mustahkamlangan polimer gumus massasi holati o‘zgaradi, ya’ni biz tomondan kuzatilayotgan tuproq xususiyatlarining o‘zgarishi yuz beradi.

Bundan tashqari, olib borilgan tadqiqotlar tuproqning nanotuzilmaga ega ekanligi haqidagi tasavvurlarimizni kengaytiradi, shu bilan birga ular amaliy ahamiyatga ham ega. Hozirda oziq ovqat muammosi butun dunyoda eng ustuvor muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Uning yechimi qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun foydalaniladigan yer resurslarining cheklanganligiga borib taqaladi. Asosan tuproq degradatsiyasi tufayli uning hosildorligi yo‘qolishi ham katta ahamiyat kasb etadi. Tuproq tuzilishi yomonlashganda, birinchi navbatda 2—5 mm o‘lchamdagi agronomik qimmatbaho agregatlar miqdori kamayadi.

Buning natijasida tuproq qattiqlashadi, o‘simliklar ildiz tizimiga havo va suv borishi yomonlashadi. Oqibatda, tuzilmasini yo‘qotgan tuproqlar namlanganda dastlab havo tanqisligi davri, so‘ng namlik tanqisligi davri kuzatiladi.

Butun dunyoda tuproq tuzilmasi sifatini oshirish yo‘li bilan tuproq hosildorligini oshirib, oziq ovqat muammosini ham hal qilish mumkin.

Shunday qilib, tuproq tuzilmasi tuproq hosildorligining muhim omili bo‘lib qoldi. Qolgan barcha omillar, masalan, o‘simliklarning ozuqalanishi uchun ozuqa moddalari bilan ta’minlanishi, faqat yaxshi tuzilmali tuproqlarda o‘zini namoyon etishi mumkin. Tuzilmasi buzilgan tuproqlarga o‘g‘it solish samara bermaydi, hosildorlikning ortishiga olib bormaydi. Tuproqqa ishlov berishdan voz kechishga urinishlar bo‘lmoqda, chunki bu tuproq tuzilmasini va gumusning minerallasuvini yomonlashtiradi. Bir yillik ekinlarni haydalmagan erlarda o‘stirish va ko‘p yillik ekinlarga o‘tish usullari ishlab chiqilmoqda. Ushbu texnologiyalar juda qimmatga tushadi, yoki qayta ishlov berishning erta bosqichlarida amalga oshirilishi kerak. SHuning uchun qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi unumdorligini oshirishga qaratilgan asosiy agrotexnik tadbirlarning biri – bu tuproqning tuzilmali holatini muntazam yaxshilashdir.

Tuproq gellari tuproq zarrachalari agregatsiyasi va tuproq strukturasi mavjudligini aniqlaydi. Shuning uchun arzon tabiiy materiallardan sun'iy gellarni olish yo'llarini ishlab chiqish, tuproq xususiyatlarini yaxshilashning samarali yo'llaridan biri bo'lishi mumkin. Tuproq gellarining nanostrukturali tuzilmasini bilish supra- molekulyar kimyo yondashuvlari va gibrid materiallari sintezidan foydalanib ularni ishlab chiqish usullarini yaratishga yordam beradi.

7.2. Tuproqlarning kimyoviy tarkibi

Tuproqdagi kimyoviy elementlarning miqdoriy nisbati va yig'indisi uning element tarkibi deb ataladi. Har qanday tuproqda D.I.Mendeleev elementlar davriy sistemasining 90 dan ortiq eng keng tarqalgan elementlari mavjud, tuproq kimyoviy ifloslanganida unda transuranli elementlar bo'ladi.

Konsentratsiya diapazoni juda yuqori: o'nlab va massa ulushi birligida (% da) 10^{-10} — 10^{-12} % gacha. Elementlarning bir qismi tuproq massasini shakllantirishda ishtirok etadi, shu bilan birga, tirik organizmlarning ham ehtiyojini qondiradi, boshqa qismi tuproq massasi xossalari ta'sir ko'rsatmaydi, ammo muhim fiziologik rolni bajaradi: ba'zi bir elementlar fiziologik va biologik jarayonlarda stimulyatorlar sifatida ishtirok etishi mumkin, ammo toksik xususiyatlarni namoyon qilishi ham mumkin.

Tuproqda kimyoviy elementlar kimyoviy birikmalar shaklida mavjud bo'ladi. Bu tuproq kimyoviy tarkibining nisbatan o'zgarmas tarkibini ta'minlaydi. Chunonchi, fosfor birikmalari ko'proq ortofosfatlar ko'rinishida bo'ladi, ammo bir vaqtning o'zida kalsiy, alyuminiy, temir, rux, qo'rg'oshin, marganets bilan turli birikmalarni ham hosil qilishi mumkin,. Fosfatlarning turli-tumanligi haqida quyidagi tuproq birikmalari ro'yhati muayyan tasavvur berishi mumkin: $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6$; $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; $\text{AlPC}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ va boshq. Bundan tashqari, fosforning kattagina qismi organik birikmalar va kondensatlangan fosfatlar tarkibida bo'ladi.

Tuproqda temir bir vaqtda alyumosilikatlarning kristallik panjarasi, getit FeOOH , gematit Fe_2O_3 , va turli gidroksidlar tarkibiga kiradi. Fe^{3+} ning eng

eruvchan birikmalari sarfi oshgani sayin uning konsentratsiyasi tuproqdagi eritmalarda boshqa temir birikmalari tomonidan saqlab turiladi.

Kremniyning tuproq eritmalaridagi birikmalari - ortokremniy kislotasi H_4SiO_4 yoki uning polimer shakllari, qattiq fazalarda bir vaqtda amorf va kristallik kremniy dioksidi SiO_2 (kvars), alyumosilikatlar guruhi minerallari ham mavjud. Tuproqlarning yirik qum fraksiyalarida karkasli alyumosilikatlar, 1 mkm dan maydaroq fraksiyalarda esa qatlamli alyumosilikatlar ustunlik qiladi, ulardan eng ko'p tarqalgani montmorillonit, kaolinit va gidroslyudlardir.

Tuproqda ayniqsa uglerod birikmalari ko'p uchraydi. Tuproqdagi havoda doim uglerod dioksidi SO_2 , tuproqdagi eritmalarda – uglerod kislotasi, dasht va quruq dasht tuproqlarida — $CaCO_3$ va Na_2CO_3 bo'ladi, bu ularning faqat mineral birikmalaridir.

Organik moddalardagi birikmalar yig'indisi haligacha hisoblab chiqilmagan, ammo ma'lumki, ularning qatoriga quyi molekulyar birikmalar ham (metan CH_4 , aminokislotalar, yog' qatorining oddiy kislotalari, monosaxaridlar), yuqori molekulyar birikmalar ham (sellyuloza, lignin, polipeptidlar) kiradi.

Tuproq uchun spetsifik gumin moddalar alohida o'rin egallaydi. Tuproqlarni tavsiflashda uning alohida birikmalari emas, balki ularning guruhlari, ya'ni tuzilmasi va xossalari o'xshash birikmalarning yig'indisi ko'proq ahamiyatga ega. Bunday guruhlarga monosaxaridlar, aminokislotalar (tuproqda 17 dan 22tagacha turli aminokislotalar bor), gumin kislotalari, fulvokislotalar misol bo'la oladi. Bitta guruhga kiradigan moddalar tuproqdagi kimyoviy reaksiyalarda deyarli bir xil ishtirok etadi.

Organik birikmalar guruhlari mineral birikmalar bilan aloqalari xususiyatiga ko'ra fraksiyalarda ajratiladi, masalan, erkin gumin kislotalari guruhi, Ca^{2+} , Fe^{3+} , bilan, alyumosilikatlar bilan bog'langan gumin kislotalari va h.k.

Tuproq tarkibining murakkabligi, undagi kimyoviy birikmalar to'plamlarining ko'pligi unda bir vaqtning o'zida turli kimyoviy reaksiyalar kechishiga, qattiq fazalarning tuproq eritmaları tarkibini nisbatan doimiy saqlashiga sharoit yaratadi. Ma'lumki, o'simliklar aynan shu tuproq eritmalaridan

o'ziga kerakli kimyoviy elementlarni bevosita oladi. Tuproq eritmasi tarkibini doimiy saqlash qobiliyati tuproqning buferligi deb ataladi.

Tabiiy sharoitda tuproqlar buferligi shunda ifodalanadiki, tuproq eritmasidagi birorta elementning iste'mol qilinishida qattiq fazalarning qisman erishi yuz beradi va shunda eritma konsentratsiyasi tiklanadi. Agar tuproq eritmasiga tashqaridan birorta birikmalarning ortiqcha miqdori kiritilsa, tuproqning qattiq fazasi bu moddalarni bog'laydi va shu tariqa tuproq eritmasining tarkibi doimiyligi saqlanadi.

Shunday qilib, quyidagi umumiy qoida amal qilishini ko'rishimiz mumkin: tuproqlarning buferligi tuproq eritmasi va tuproqning qattiq zarrachalari o'rtasida bir vaqtda ko'p sonli kimyoviy reaksiyalar kechishi bilan izohlanadi. Kimyoviy xilma-xillik tuproqni tabiiy muhit sharoitining o'zgarishiga yoki antropogen faoliyat oqibatlariga nisbatan barqarorligini oshiradi.

Tuproqda 30dan ortiq turli xil kimyoviy reaksiyalar va jarayonlar kechishi mumkin. Ularning bir qismi barcha tuproqlar uchun umumiy tusga ega bo'lsa, boshqa bir qismi faqat alohida turdagi tuproqlarga xos bo'ladi. Aksariyat tuproqlar uchun umumiyliklari quyidagilar:

- cho'kish – erish;
- kation almashuvi;
- komplekslar hosil bo'lishi;
- organik birikmalar sintezi va minerallashuvi;
- gumin moddalar hosil bo'lishi.

Shimoliy nam mintaqalar tuproqlariga nordon mahsulotlarni to'plash, qaytarilish jarayonlarining (gel hosil bo'lishi) kechishi xos; janubiy quruq hududlarda ko'pincha tuzlarning to'planishi yuz beradi, tuproq reaksiyasi kalsiy karbonatlariga bog'liq bo'lib, karbonat-kalsiy muvozanati bilan boshqariladi.

Kationlar almashuvi. Tuproqlar uchun kationlarni shimadigan tuproqning qattiq qismi bilan elektroit eritmasi sifatida qaralishi mumkin bo'lgan tuproq eritmasi o'rtasidagi kationlar almashuvi ko'proq xosdir.

Tuproqlarning kislotaliligi. Almashuv kationlari shuningdek tuproqning potensial kislotaliligini shakllantirishda ham qatnashadi. Bunday kislotalilik nordon, kulrang o‘rmon, qizil tuproqlarda uchraydi. U faqat tuproqqa tuzli eritmalar kiritilganda namoyon bo‘ladi.

Potensial kislotalilik oddiy usullar bilan bartaraf etiladi. Odatda tuproqqa kalsiy karbonati (oxak) qo‘shiladi, u kislotalilikning turli shakllarini neytrallashtiradi.

Tuproqlarning tabiiy kislotaliligini tuproqqa o‘simlik qoldiqlari yoki ildiz ajratmalari bilan tushadigan organik kislotalar, tuproq havosidagi uglerod dioksidi hamda kislotali yomg‘irlar tarkibidagi sulfat kislotalari ham keltirib chiqarishi mumkin (5-bobga qarang).

Tuproqlarning ishqoriyligi. Suv suspenziyasi $pH = 7,5- 8,0$ yoki undan yuqori bo‘lgan tuproq ishqoriy tuproq deb hisoblanadi. Bunday tuproqlar dasht va quruq dasht tabiiy zonalarda shakllanadi, ularga sho‘rxoklar kiradi. Ishqoriylikni turli xil tuzlar: karbonatlar, fosfatlar, boratlar, gumatlar, silikatlar keltirib chiqaradi. Ammo asosiy rolni Na_2CO_3 va $CaCO_3$ o‘ynaydi, oxirgisi kislota-asosli buferlikni va nisbatan yuqori ishqoriylikni hosil qiladi. Tuproqlar ishqoriyligi ularning kimyoviy va fizik xossalariga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Ishqoriy muhit ta‘sirida tuproq yoyilib ketadi, tuzilmaviyligini yo‘qotadi, keyin quritilganda qo‘shilishib, juda qattiq qumoqlarni hosil qiladi, ularni esa plug bilan maydalash qiyin. Qoratuproq, kashtan va bo‘ztuproqli zonalardagi sho‘rxoqlarda shunday manzara kuzatiladi.

Tuproq sho‘rlanishi. Quruq hududlarda, dengiz bo‘ylarida tuproqda ko‘pincha eruvchan tuzlar konsentratsiyasi yuqori bo‘ladi. Bular – kalsiy, magniy, natriy va kaliy xloridlari, sulfatlar, ba‘zi bir karbonatlar, nitratlardir. Oson eriydigan tuzlar o‘simliklar rivojlanishiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi, chunki ular tuproq eritmalarining osmotik bosimini oshiradi, ba‘zi bir kationlar va anionlar esa o‘simliklar uchun toksikdir. Sho‘rlangan tuproq Kavkazoldi, kavkaz atrofi pasttekisliklarida ayniqsa ko‘p. Eruvchan turlar nisbatan engil harakatchan bo‘lib, ularni tuproqdan suv bilan oddiy yuvib chiqarish mumkin. Ishqoriy tuproqlarda

keraksiz moddalar avval temir sulfat kabi tuzlar bilan neytrallanadi. Hidroliz natijasida ular erish jarayonida nordon muhitni shakllantiradilar va yerda kationlar bilan tuzlarni hosil qiladilar. Hosil bo'lgan eruvchan tuzlar suv bilan yuviladi. Ushbu sho'rxok erlarning melioratsiyasi usuli juda keng tarqalgan, ammo uning muvaffaqiyati tuzlar yuviladigan suvlarning qanchalik samarali bartaraf etilishiga bog'liq. Aks holda bu suv yer osti suvlariga qo'shib ketib, ularning satxini ko'taradi. Natijada tuzli yer osti suvlarining ko'tarilishi hisobiga tuproqning ikkilamchi sho'rxoklanishi xafi tug'iladi.

Oksidlash-qaytarilish rejimlari. Deyarli barcha tuproqlarda kimyoviy birikmalar yoki elementlarning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari kechadi. Bu reaksiyalar bir-biriga bog'langan bo'lib, agar qandaydir tuproq komponenti oksidlanayotgan bo'lsa, boshqasi muqarrar ravishda qaytarilayotgan bo'ladi. Eng oddiy va keng tarqalgan misol – temir ionlarining oksidlanishi va qaytarilishi: $Fe^{2+} - \ddot{e} = Fe^{3+}$.

Oksidlanish jarayonlari havo kislorodi ishtirokida boradi, bunda tuproqning organik moddalari parchalanish mahsulotlari - H_2O va CO_2 gacha qisman yoki to'liq oksidlanadi. 0,5—0,7 V darajadagi yuqori oksidlanish-qaytarilish potentsiallarida o'zgaruvchan valentli deyarli barcha elementlar eng yuqori oksidlanish darajasiga etadi, ulardan aksariyati kamharakat bo'lib qolib, o'simliklar tomonidan qiyin o'zlashtiriladigan bo'lib qoladi.

Gumifikatsiya. Bu tuproqdagi biokimyoviy jarayonlarning eng muhimlaridan biri. Uning mohiyati o'simlik qoldiqlarining o'ziga xos, nordon tabiatli to'q rangli organik gumin moddalariga aylantirilishidan iborat.

Shunday qilib, umumiy yakunlarni yasab ekanmiz, tuproqning kimyoviy tarkibi va uning kimyoviy barqarorligi sabablari haqida ba'zi bir xulosalarni qilishimiz mumkin.

1. Har qanday tuproq kimyoviy elementlarning to'plami va miqdoriy nisbatiga, ular birikmalarining shakliga ko'ra nihoyatda murakkab kimyoviy tarkibga ega.

2. Tuproqlarda eng katta kimyoviy rolni yuqori dispers holatdagi moddalar (loyqa, plazma) o'ynaydi; ularga gumin moddalar, qatlamli loy minerallar, ionli va molekulyar disperslar kiradi.

3. Tuproqlar uchun uning organik moddalarining eng asosiy yoki faol tarkibi bo'lgan spetsifik gumin moddalar hosil bo'lishi va to'planishi xos.

4. Tuproqlarda bir vaqtning o'zida ko'plab reaksiyalar kechadi, ular ko'pincha qarama-qarshi yo'nalishda bo'lib, bu tizimning barqarorligini ta'minlaydi; kimyoviy birikmalar va reaksiyalarning turli-tumanligi – tuproqlar barqarorligining asosiy sharti.

5. Har bir tabiiy zonada alohida kimyoviy tarkib va rejimlarga ega bo'lgan tuproqlar shakllanadi, ular ekologik holatga yaxshi moslashgan bo'ladi yoki tuproq hosil qilish omillariga mos keladi.

7.3. Tuproqlarning kimyoviy ifloslanishi va muhofazasi

So'nggi o'n yilliklarda odamlar tuproqlarning jadal degradatsiyasi sababchisi bo'lmoqda, vaholanki, tuproq buzilishi butun insoniyat tarixi davomida bo'lgan. Dunyoning barcha mamlakatlarida hozirgi paytda 1,5 mlrd gektar yer maydonlari haydaladi, insoniyat tarixi davomidagi umumiy tuproq yo'qotishlari 2 mlrd ga ni tashkil qildi, ya'ni hozirgi haydalayotgan erlardan ham ko'p. Buning ustiga, anchagina tuproqlar yaroqsiz holatga kelgan bo'lib, ularni tiklash imkoniyati yo'q yoki bu juda qimmatga tushadi.

Tuproqning turli darajada yomonlashishiga olib keladigan kamida olti xil antropogen-texnik ta'sirlar mavjud:

- 1) suv va shamol eroziyasi;
- 2) sho'rxoklanish, ishqoriylashish, nordonlashish;
- 3) botqoqlanish;
- 4) fizik degradatsiya, shu jumladan zichlashish va qatqaloq hosil qilish;
- 5) qurilish, foydali qazilmalarni kavlash paytida tuproqning buzilishi va chetlashtirilishi;
- 6) tuproqlarning kimyoviy ifloslanishi.

Tuproqlarni muhofaza qilish tuproq va (yoki) tuproq qatlaminig turli xil buzilishlarini oldini olish yoki eng past darajaga tushirishdan iborat.

Tuproqning kimyoviy ifloslanishi sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin:

- ifloslovchi moddalarning atmosfera orqali tashilishi (og'ir metallar, kislotali yomg'irlar, ftor, margimush, pestitsidlar);
- qishloq xo'jaligiga bog'liq ifloslanish (o'g'irtlar, pestitsidlar);
- yirik hajmli ishlab chiqarishlar tomonidan yer ustining ag'darilishi, yonilg'i-energetika majmualari tomonidan ag'darilishi;
- neft va neft mahsulotlari bilan ifloslanish.

Og'ir metallar. Ushbu ifloslovchilar turini birinchilardan bo'lib o'rganishga kirishilgan. Og'ir metallarga odatda atom massasi 50dan yuqori bo'lgan elementlar kiradi. Ular tuproqqa asosan atmosferadan sanoat korxonalarini chiqindilari bilan birga tushadi, qo'rg'oshin esa avtomobillardan chiqadigan gazlar orqali tushadi. Katta miqdordagi og'ir metallarning tuproqqa sug'orish suvlari bilan tushgan hodisalar ham ma'lum. Og'ir metallarning eng yaqqol namoyondalari — qo'rg'oshin, kadmiy, simob, rux, molibden, nikel, kobalt, qalay, titan, mis, vanadiy.

Agar tuproq og'ir metallarni mustahkam bog'lab olsa (odatda gumusga boy og'ir loyli va loy tuproqlarda), bu yer osti va ichimlik suvlari, o'simliklarning ifloslanishini oldini oladi. Ammo bunda tuproqning o'zi asta-sekin chuqur ifloslanaveradi, bir kun kelib, tuproqning organik moddalari buzilishi yuz berib, og'ir metallarning tuproq eritmasiga tushishi yuz beradi. Oqiatda bunday tuproq qishloq xo'jaligi uchun yaroqsiz bo'lib qoladi. Bir gektarda bir metrli tuproq qatlami ushlab qolishi mumkin bo'lgan umumiy qo'rg'oshin miqdori 500-600 tonnaga etadi; ammo odatda vaziyatda juda kuchli ifloslanishda ham qo'rg'oshin bunday miqdorda bo'lmaydi. Qumli tuproq, kam gumusli tuproq ifloslanishga barqaror, bu shuni anglatadiki, ular og'ir metallarni kuchsiz bog'laydi, ularni o'simliklarga oson berib yuboradi yoki filtrlovchi suvlar bilan oson o'zidan o'tkazadi. Bunday tuproqlarda o'simliklar va yer osti suvlarining ifloslanishi xavfi oshadi. Bu yerda yechimi bo'lmagan ziddiyat yuzaga keladi: oson ifloslanuvchi

tuproq atrof-muhitni himoya qiladi, ammo ifloslanishga barqaror tuproqlar tirik organizmlar va tabiat suvlarini himoya qila olmaydi.

Agar tuproq og'ir metallar va radionuklidlar bilan ifloslansa, uni deyarli tozalab bo'lmaydi. Hozircha faqat bitta yo'l bor: bunday tuproqqa tez o'sadigan va yaxshi ko'karadigan ekinlarni ekish; ular tuproqdan toksik elementlarni ildiz orqali tortib oladi, shundan so'ng yig'ib olingan hosil yo'q qilinadi. Ammo bu ancha uzoq vaqt va katta sarf-harajatlarni talab qiladigan ish. Toksik birikmalar harakatchanligini va ularning o'simliklarga tushishini kamaytirish mumkin, buning uchun tuproqqa oxak solish orqali pH oshiriladi yoki ko'p miqdorda organik moddalar, masalan torf solinadi. Chuqur haydash ham yaxshi samara berishi mumkin, bunda yuqori ifloslangan qatlam 50—70 sm chuqurlikka ko'chadi, tuproqning chuqur qatlamlari esa yuzaga chiqadi. Buning uchun maxsus ko'p yarusli pluglardan foydalanish mumkin, ammo bunda chuqurroq qatlamlar ifloslanganligicha qolaveradi. Nihoyat, og'ir metallar (radionuklidlardan tashqari) bilan ifloslangan tuproqda oziq-ovqat va em uchun foydalanilmaydigan ekinlarni, masalan gullarni o'stirish mumkin.

Kislotali yomg'irlar. Kislotaliligi yuqori yomg'ir yoki boshqa atmosfera yog'ingarchiliklarining tushishi – atmosferaga yoqilg'i (ko'mir) yondirilishi mahsulotlarining chiqarilishi hamda metallurgiya va kimyo korxonalarining ajratmalari natijasidir. Bunday ajratmalar tarkibda oltingugurt dioksidi va oltingugurt (sulfat) kislotali miqdori ko'p; atmosferaning suv bug'lari bilan ta'sirlashib ular xlorid va azot kislotalarini hosil qiladi (5-bobga qarang). Kislotali yomg'irlarning tuproqqa ta'siri turlicha. Ular tuproqning zararli kislotaliligini oshiradi va tuproqda toksik elementlar – qo'rg'oshin va alyuminiyning eruvchan birikmalari miqdorini oshiradi. Bunda tuproqda minerallashtirish parchalanishi ham kuchayadi. Tuproqlarining nordonlashishiga qarshi kurash yo'li – zavod quvurlariga oltingugurt va azot oksidlarini tutib qoladigan filtrlar o'rnatish. Tuproqlarning nordonlashishiga qarshi kurash uchun oxaklantirishdan ham foydalanish mumkin.

Shu bilan birga, bir qancha hollarda kislotali yomg'irlar foydali bo'lishi ham mumkin. Xususan, ular tuproqni azot va oltingugurtga to'yintiradi, zero bu moddalar katta hududlarda yuqori hosil olish uchun juda kam. Agar bunday yomg'irlar karbonatli, ishqoriy tuproqlar keng tarqalgan hududlarga tushsa, ular ishqoriylikni kamaytiradi, shu tariqa ozuqa elementlarining harakatchanligini oshiradi, o'simliklarning oziqlanishini engillashtiradi. SHu sababli birorta yog'ingarchilikning qanchalik foydali yoki zararli ekanligini aniq mezon asosida baholab bo'lmaydi, buning uchun tuproqni uning turlariga qarab aniq va differensial qarab qilish zarur bo'ladi.

Sanoatda tuproqni ag'darish. Atmosferadagi turli toksik metallar va nometallar oksidlaridan iborat ajratmalar o'nlab va yuzlab kilometr uzoq masofalarga tarqaladi. Shu sababli ular keltirib chiqaradigan ifloslanishlar mintaqaviy, ba'zan esa global tusga ega. Bunga qarshi o'laroq, turli ishlab chiqarishlarning yirik tonnali chiqindilari, gidrolizli lignin ag'darmalari, issiqlik elektr stansiyalari kullari, ko'mir kavlab olishdagi ag'darmalar ko'proq lokal ta'sirga ega. Bunday ag'darmalar juda katta maydonlarni egallaydi, dalalarni yaroqsiz qilib ishdan chiqaradi, ularning ko'pchiligi esa hattoki atrof-muhitga katta xavf soladi. Ko'mir konlari ag'darmalarida ko'mir ko'p bo'ladi, u yonganda atmosferani ifloslaydi. Ko'plab tog' jinslari ag'darmalarida pirit FeS_2 bo'ladi, bu modda havoda o'z-o'zidan H_2SO_4 gacha oksidlanadi; yomg'irlar va qor erishi davrida bu birikma nafaqat kuchli nordon hududlarni, balki tog' konlari atrofida sulfat kislotasi ko'lemlarini ham hosil qiladi. Bunday joylarda ekologik vaziyatni yaxshilashning yagona yo'li – ag'darmalarni tekislash, ularni tuproqlashtirish, o'tloqqa aylantirish, daraxtlar ekish.

Gidrolizli lignin, qush najasi, cho'chqa go'ngi kabi ko'plab mahalliy organik chiqindilarni sifatli kompostga yoki biogumusga (vermikompost) aylantirish mumkin. Biogumusning asosida organik chiqindilarni qizil yer chuvalchanglari – vermikultura (lotincha vermis — chuvalchang) tomonidan tez qayta ishlanishi yotadi. Chuvalchanglar barcha o'simlik qoldiqlarini o'z ichagidan o'tkazib, ularni

qora tuproqqa o'xshash massaga aylantiradi, bu massa juda unumdor, deyarli hidsiz bo'lib, unda gumin kislotalari miqdori yuqori bo'ladi.

Neft va neft mahsulotlari. Tuproqni neft bilan ifloslanishi, uning xususiyatlarini keskin o'zgartirib yuboradigan eng xavfli ifloslanishlarga kiradi, lekin neftdan tozalash juda qiyindir. Tuproqqa neft turli xil holatlarda tushadi: neftni izlash va qazib olishda, neft quvurlari avariylarida, daryo va dengizlarda neft tashish jarayonida. Tuproqqa turli xil uglevodorodlar neft bazalari, avtomobillarga yoqilg'i quyish shaxobchalari va boshqalardan tushadi. Neft bilan ifloslanishni tuproq uchun mubolag'asiz favqulodda holat deyish mumkin. Tuproqqa tushgan neft tuproq zarrachalarini qurshab oladi, tuproq suv bilan xo'llanmaydi, mikroflora o'ladi va natijada o'simliklar kerakli ozuqani ololmaydi. Vanihoyat, tuproq zarrachalari bir-biriga yopishib qoladi, neftni o'zi esa boshqa holatga o'tadi, uning fraksiyalari oksidlanadi, qotadi. Yuqori ifloslangan tuproq asfalt beton massani eslatadi. Bunday holat bilan kurashish juda qiyin. Kichik darajadagi ifloslanishlarda yerga o'g'it solish yordam berishi mumkin, bu mikroflora va o'simliklar rivojlanishini kuchaytiradi. Natijada, neft qisman minerallashadi, uning ba'zi bir fragmentlari, gumin moddalari tarkibiga kiradi va tuproq qayta tiklanadi. Lekin, katta dozada va uzoq muddatdagi ifloslanish tuproqda qaytmas o'zgarishlarga olib keladi. Bunda o'ta ifloslangan qatlamlarni olib tashlashga to'g'ri keladi.

Yaxshi yo'lga qo'yilgan tuproq kimyoviy tizimlari uzoq yillar davomida shakllangan; nomaqbul iqlim sharoitlarida, o'simliklar kam bo'lganda ayniqsa ko'p vaqt talab etiladi.

Tuproqlarning iqlim va o'simliklar dunyosi o'zgarishlariga chidamliligini oshiradigan yuqori buferli tuproq-genetik tizimlarni yaratish uchun yuzlab yillar kerak. Bunday buferlilik tuproqda kimyoviy birikmalarning turli-tumanligi bilan belgilanadi, ularning aksariyati turli xossalarga ega. Bularning barchasi tuproqqa biotsenozning barqaror holatini ta'minlashga yordam beradi.

Qishloq xo'jaligi yerlarida tabiiy muvozanat biroz buziladi, tuproqning kimyoviy tarkibi esa o'stirilayotgan ekinlar talablariga to'liq javob bera olmaydi,

kimyoviy elementlarning bir qismi hosil bilan birga chiqib ketadi, organik moddalar qisman minerallashadi. Shuning uchun haydalanadigan erlarda mineral va organik o'g'itlar kiritish yo'li bilan kimyoviy elementlar va ularning birikmalari zahirasini to'ldirib turishga to'g'ri keladi. O'g'itlar va meliorativ usullar yordamida tuproqlarning fizik xossalari va kimyoviy tarkibi yaxshilanadi, tuproq unumdorligi oshadi. Bu yerda tuproqning madaniylashtirishi haqida so'z boradi.

Agar qishloq xo'jaligi maqsadlarida foydalanilgan tuproqning o'zgarishlarini nazorat qilish va yerdan to'g'ri foydalanish natijasida tuproq sifatini saqlash va hatto yaxshilash mumkin bo'lsa, ularning kimyoviy ifloslanishi tuproqlarning qaytmas o'zgarishlariga yoki yo'q bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Etilgan tuproqni hosil qilish uchun yuzlab yoki minglab yillar kerak bo'ladi, uning qaytarilmas degradatsiyasi yoki butunlay yo'q qilish uchun esa bir necha yilgina kifoya xalos. Tuproqni yo'q qilish oson, ammo qaytadan hosil qilish qiyin. Bu bilan biz yerning turli qobiqlari orasidagi farqni ko'rishimiz mumkin.

Atmosfera ifloslanishi xavfli, ammo kuchli shamollar vaziyatni tez o'zgartiradi.

Gidrosfera ifloslanishi atmosferanikiga qaraganda barqarorroq bo'lsa-da, ammo daryo va dengizlar ertami-kechmi ifloslantiruvchi moddalarni tarqatib yuboradi, bunda oqimlar va suvning yangilanishi katta yordam beradi.

Tuproqlarda ifloslantiruvchi moddalarning toksik miqdorlari sekinroq yig'iladi, ammo ular tuproqning tarkibida uzoq vaqt mobaynida saqlanib, butun mintaqalar ekologik vaziyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun tuproqlar ifloslanishi, atmosfera va gidrosfera ifloslanishidek ko'rinadigan bo'lmasa ham, tuproqlarning himoyasi birinchi navbatdagi muhim ishlardan biridir.

Nazorat savollari

1. Yer sharidagi tuproqlar xilma xilligi qaysi omillar bilan asoslangan?
2. Tuproqlarning atrof muhitni antropogen o'zgarishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati nimaga bog'liq?
3. Gumifikatsiya jarayoni mohiyati nimada? U qaysi omillarga bog'liq?
4. Tuproqlarning kimyoviy ifloslanishini qanday sabablar keltirib chiqarishi mumkin?
5. Tuproqda sodir bo'layotgan fizik-kimyoviy jarayonlarning asosiy xususiyatlari qanday?
6. Tuproq pH ko'rsatkichining optimal qiymati qanday omillar bilan belgilanadi?
7. Tuproqlarni achishi uchun qaysi moddalardan foydalanish mumkin?

8-BOB

NURLANISH VA UNING ATROF MUHITGA TA'SIRI

Talaba ushbu bobni o'zlashtirganlan so'ng:

— Ionlantiradigan, foton va korpuskulyar parchalanishni, protonlarni neytronlardan farqini, nuklidlarni og'irlik sonini, radioaktiv parchalanish turlarni **bilishi;**

— Atrof muhitni asosiy ionlantiradigan nurlanishlarning tabiiy va antropogen manbalarini ajratishni **bajara olishi;**

— Ionlantiradigan zarrachalar oqimi, ionlantiradigan zarrachalar oqimi zichligi, ionlantiradigan nurlanish energiyasi oqimi, ionlantiradigan nurlanish oqim zichligi, nurlanishning yutilgan dozasi, nurlanishning yutilgan dozasi quvvati, ekvivalent doza, samarali ekvivalent doza, radiatsion xavf xatar tushunchalariga **ega bo'lishlari kerak.**

Atrof muhitga xarakterli global antropogen radiatsion ta'sir — yadro qurollarini sinashdagi yadro portlashlarida hosil bo'ladigan atmosfera va hududning ifloslanishi, havo basseynini chang tashlamalari bilan zaharlanishi, hududlarni qazilma yoqilg'ilarini yoqishdan hosil bo'ladigan, o'zida radioaktiv moddalarni saqlagan shlaklar bilan ifloslanishi, atom stansiyalari va korxonalaridagi avariya natijasida hududlarning ifloslanishidan hosil bo'ladi. Ko'proq mahalliy tusga ega, lekin oqibati yoqimsiz bo'lgan bu holatlar - sanoat korxonalaridan chiqadigan tozalanmagan radioaktiv tashlamalardan ko'l va daryolarning halokatga yuz tutishidir.

Insoniyatni atrof muhitini radioaktiv ifloslanishi muammosi 1945- yildan, qachonki birinchi marotaba atom quroli qo'llanilgan va dunyoning bir qator mamlakatlarida yadro qurolini yig'ish boshlangan paytdan paydo bo'lgan. Yadro qurollari arsenalini tashkil etish yadro uskunalari doimiy sinovdan o'tkazish va natijada butun troposferaga tabiiy va sun'iy radioaktiv elementlarni tarqalishi bilan amalga oshirilar edi.

Tabiiy radioaktiv xom ashyo qazib chiqariladigan va qayta ishlanadigan yadro siklidagi korxonalar, keyinchalik esa ekspluatatsiya qilinishida gazsimon, suyuq va qattiq chiqindilar hosil bo‘ladigan atom elektrostansiyalari (AES) —atrof muhitni radioaktiv ifloslovchi manbalar bo‘lib qoldilar.

Hozirgi vaqtda bizning mamlakatimizdagi aholi oladgan radioaktiv nurlanishning o‘rtacha dozasi tabiiy fonga qaraganda unchalik ko‘p ortmagan. Mamlakatimizdagi ayrim katta hududlar sun‘iy radionuklidlar bilan shunday kuchli ifloslanganki u erlarda yashash xavfli bo‘lib bormoqda.

Bugungi kunda O‘zbekistonda ifloslangan hududlar va ob‘ektlarning aniq miqdori noma’lum. AQSh va MDX davlatlarida yadro va termoyadro qurollarini erdagi sinovlariga barham berilganidan so‘ng, radionuklidlarni eng ahamiyatli manbalari yadro yoqilg‘i kompleksi korxonalarini- AESlardir. Ularda yoqilg‘ini olish va qayta ishlash natijada radioaktiv chiqindilar hosil bo‘ladi. Organik yoqilg‘i qazilmalarini tanqisligi sharoitida energetikaning bu tarmog‘i hali alternativiga ya’ni boshqa variantiga ega emas va shuning uchun bu jarayon xali davom etadi. Faqat uning mavjudligi yadro texnologiyalarini ekologik aspektlarini birinchi planga olib chiqishni talab etadi.

8.1. Izotoplar va radioaktiv nurlanish

Izotoplar – bu bitta atom raqamiga, ammo har xil atom massalariga ega element atomlaridir. “Izotop” atamasini 1918 yilda Soddi davriy jadvalda bitta joyini egallagan turli massali ikki yoki undan ortiq moddalarni belgilash uchun taklif qilgan. Elementlarning 340ta tabiiy izotoplari ma’lum.

$$A=Z+N;$$

$$N=A-Z;$$

$$Z=A-N.$$

Bu yerda A – massa soni, Z – elementning davriy jadvaldagi tartib raqami, u yadro zaryadiga, protonlar soni va atomning orbital elektronlar soniga teng, N – neytronlar soni. Engil izotoplarda $A=2Z$. Bu nisbat kalsiy-40 gacha saqlab turiladi.

Neytronlar va protonlarning toqligi prinsipiga ko'ra barcha izotoplarni 4 turga ajratish mumkin:

1) Juft-juft yadrolar (juft sonli protonlar va neytronlar) $Z=2$;
 $N=2$. ${}^6_8\text{O}$; ${}^{40}_{20}\text{Ca}$; ${}^{40}_{18}\text{Ar}$; ${}^{58}_{28}\text{Ni}$; ${}^{190}_{76}\text{Os}$; ${}^{222}_{86}\text{Rn}$; ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.

2) Toq- juft yadrolar (toq sonli protonlar va juft sonli neytronlar) $Z=2m+ 1$;
 $N=2k$. ${}^7_3\text{Li}$; ${}^{59}_{27}\text{Co}$; ${}^{39}_{19}\text{K}$; ${}^{127}_{53}\text{I}$; ${}^{121}_{51}\text{Sb}$; ${}^{103}_{45}\text{Rh}$.

3) Juft- toq yadrolar (juft sonli protonlar va toq sonli neytronlar) $Z=2m$;
 $N=2k+ 1$. ${}^9_4\text{Be}$; ${}^{95}_{42}\text{Mo}$; ${}^{209}_{84}\text{Po}$; ${}^{137}_{56}\text{Ba}$; ${}^{91}_{40}\text{Zr}$; ${}^{131}_{54}\text{Xe}$.

4) Toq- toq yadrolar (toq sonli protonlar va neytronlar) $Z=2m+ 1$; $N=2k+ 1$;
 ${}^6_3\text{Li}$; ${}^{10}_5\text{B}$; ${}^{14}_7\text{N}$; ${}^{50}_{23}\text{V}$; ${}^{64}_{29}\text{Cu}$; ${}^{70}_{31}\text{Ga}$.

Ushbu va boshqa anomaliyalar radioaktivlikning kashf etilishi bilan izohlab berildi. **Radioaktivlik** – beqaror atomlarning barqarorroq holatga o'z holicha o'tishidir. Atomlar yadrolaridagi o'zgarishlar natijasida nurlanish ajraladi:

α -nurlar (geliy ionlari);

β -nurlar (elektronlar);

γ -nurlar (elektromagnit to'lqinlar).

α -zarrachaning yadrodan ajratib olinishi atomning davriy jadvaldagi raqamini 2ta pozitsiyaga chapga suradi. Bunda elementning massa soni 4 birlikka kamayadi.

Oddiy β -parchalanishda neytron protonga aylanadi va elektron ajraladi, elementning atom raqami esa bir birlikka ko'payadi. Elektronli qamrovda proton elektronning yadroda atom K-qobig'iga ko'chishi natijasida neytronga aylanadi. Bunda atom raqami bir birlikka kamayadi, β -nurlanish bo'lmaydi, ammo X-nurlar ajraladi.

γ -nurlar yadroning qo'zg'algan holatdan oddiy holatga qaytishida ajraladi.

Nurlanishning hamma uchta turi ionlovchi nurlanish bo'lib, biologik ob'ektlarni zararlashga qodir (nur kasalligi, mutatsiyalar, xavfli o'smalarning hosil bo'lishi). Eng yuqori singiluvchanlikka γ -nurlanish ega.

Barqarorlar izotoplar tarkibi ko‘pincha quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi:

$$\delta = \frac{(R_{\text{namuna}} - R_{\text{standart}})}{R_{\text{standart}}} \cdot 1000$$

Bu yerda R – barqaror izotoplar nisbati ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$), ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) va boshqalar.

Masalan, atmosfera uchun $\delta^{13}\text{C}$ – 7% ni tashkil etadi, qazilma yonilg‘li uchun esa – 26% ga keng, qazilma yonilg‘ilar uchun $\delta^{34}\text{S}$ – 0 dan +5% chegarasida yotadi, dimetilsulfid uchun +20% ga teng. Bu turli moddalarning atrof-muhitga kelib tushishi manbalarini farqlash imkonini beradi.

Radioaktiv parchalanishda atom raqami o‘zgarganda dastlabki izotop ona izotop deb, yangi hosil bo‘lgani – bola izotop deb ataladi.

$$dN / dt = -\lambda N,$$

bu yerda N – o‘zgarmagan atomlar soni, t- vaqt, λ - mazkur radioaktiv izotopning parchalanish doimiyliigi, uni bir soniyadagi bitta atomga to‘g‘ri keladigan parchalangan atomlar ulushi sifatida ifodalash mumkin.

Bu yerda $t=0$ bo‘lgandagi N_0 atomlar soni bo‘lsa va parchalanish tenglamasini $t=0$ dan t gacha va N_0 dan N gacha integratsiyalasak, quyidagini olamiz:

$$N=N_0e^{(-\lambda t)}$$

Ko‘pincha yarim parchalanish davridan foydalaniladi, yarim parchalanish davri – dastlabki atomlar soni yarmisining parchalanishi vaqti. Parchalanish konstantasi λ va yarim parchalanish davri $t_{1/2}$ o‘zaro bir-biriga bog‘liq.

$$1/2=e^{-\lambda t_{1/2}} \text{ yoki } t_{1/2}=\ln 2/\lambda.$$

Agar R – mineraldagi ona atomlar soni, D esa – bola atomlar soni bo‘lsa, u holda:

$$P=(P+D) e^{-\lambda t} \text{ yoki } D=P(e^{-\lambda t} -1)$$

8.2. Atrof-muhitdagi izotoplar

Radioaktiv elementlardan eng katta xavfni yarim parchalanish davri bir necha hafta va oydan bir necha yilgacha bo'lgan moddalar tug'diradi (8.1-jadvalga qarang), chunki hayoti qisqa bo'lgan izotoplar tez parchalanadi va jiddiy zarar etkazishga ulgurmaydi, uzoq vaqt yashovchilarning esa radioaktivligi past.

8.1-jadval

Ekologiya uchun ahamiyatli asosiy radioaktiv izotoplar

Radioizotop (qovusda – barqaror izotop)	YArim parchalanish davri	Nurlanish		
		α	β	γ
A Guruh: tirik moddaning asosini tashkil qiluvchi elementlar radioizotoplari				
C (C)	5568 yosh		+	
H (H)	12,4 yil		+	
P(P)	14,5 sutka		+++	
S(S)	87,1 sutka		+	
Ca(Ca)	160 sutka		++	
Na(Na)	15 soat		+++	+++
K(K)	12,4 soat		+++	++
K(K)	1,3 mlrd.yosh		++	++
Fe(Fe)	45 sutka		++	+++
Mn (Mn)	300 sutka		++	++
I (I)	8 sutka		++	++
B guruh: radioaktiv yog'ingarchiliklarda, reaktorlar avariylarida atrof-muhitga ajraladigan moddalarda ko'p				
Sr (Sr)	27,7 yil		++	
Cs(Cs)	32 yil		++	+
Ce(Ce)	285 sutka		++	+
Ru (Ru)	1 yil		+	
Y (Y)	65 sutka		+++	++
Pu (Pu)	24000 yosh	++++		++
C guruh: inert gazlar				
Ar (Ar)	2 soat		++	
Kr (Kr)	10 yil		+	
Xe (Xe)	5 sutka		+++	

+ energiya 0,2 MeVdan kam,

++ energiya 0,2-1 MeV,

+++ energiya 1-3 MeV,
 ++++ energiya 3 MeV dan ko'p

Jiddiy muammoni stronsiy-90 va seziy-137 tug'diradi, chunki u inson organizmida to'planish xossasiga ega. Stronsiy o'zining kimyoviy xossalari bilan kalsiyga yaqinligi tufayli umurtqalilar suyagiga oson singib kiradi, seziy esa kaliyni muskullardan siqib chiqaradi va u yerda to'planadi. Stronsiyning tuproqdagi miqdori 28 g t(-1), yirik shaharlar tuprog'ida – 44 g t(-1) ni tashkil qiladi.

Odam organizmiga seziy va stronsiy ovqat bilan birga tushadi. Ularning madaniy ekinlardagi o'rtacha miqdorlari 8.2-jadvalda keltirilgan (Bitta Bk bir soniyadagi bitta parchalanishga to'g'ri keladi).

8.2-jadval

Stronsiy va seziyning madaniy ekinlardagi o'rtacha miqdori

Ekin	Stronsiy	Seziy
G'alla (bug'doy)	2,849	10,730
Javdari bug'doy (don)	2,701	7,400
Arpa (don)	3,108	6,290
Savzi	0,555	1,887
Karam	0,469	2,109
Kartoshka	0,185	1,406
Lavlagi	0,666	1,702
Olma	0,333	1,998

Rodon-222 gazidan keyin kaliy-40 tabiiy radioaktiv fonini tashkil kilishda ikkinchi o'rinni egallaydi, undan keyin uran, radiy va toriy keladi. Ushbu radioaktiv elementlarning turli jinslardagi miqdori 8.3; 8.4-jadvallarda keltirilgan.

Qurilish materiallari tabiiy xom ashyosidan tayyorlanishi bois, ularning deyarli barchasi ham turli darajada radioaktivdir (8.5-jadvalga qarang).

8.3-jadval

 ^{40}K ning atrof-muhitda tarqalishi

Manba	Bk/kg
Dengiz suvi	12-15
Tuproqlar	37-1100
Oxaktosh	30-40
Granit	925-1200
Bazalt	290-400
Vulqon jinslari	814-925
Tuproqli slanetslar	85-850
Qumtuproq	300-400
Apatitlar	44-170
Fosfatitlar	230
Fosfat-kaliyli o'g'itlar	5900
Azot-fosfor-kaliyli o'g'itlar	1200-5900

8.4-jadval

Radioaktiv izotoplarning tog' jinslaridagi konsentratsiyalari

Jins turi	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th
Granitlar	59	96-114	81,4
Dioritlar	31	-	32,5
Bazaltlar	11	18,5	11,1
Dyuritlar	0,4	-	24,4
Slanetslar	44	14,8	44,4
Alyuminiyli slanetslar	-	2220	-
Oxaktosh	26	14,8-25,9	7,0-7,7
Qumtuproqlar	18	11,1-25,9	11,1

Qurilish materiallari radioaktivligi

Qurilish materiali	Radioaktivlik, Bk/kg ³
YOg'och	1,1
Tabiiy gips	29
Qum va shag'al	34
Portlandsement	45
G'isht	126
Granit	170
Kul changi	341
Glinozyom	1367
Fosfogips	574
Kalsiy-silikatli shlak	2140
Uran boyituvchi korxonalar chiqindilari	4625

Ta'kidlash joizki, ionlovchi radiatsiyaning tirik mavjudotlar uchun xavfi ko'pincha xaspo'shlab yuboriladi. Birinchidan, u eng chegaraviy darajaga ega bo'lib, undan pastda radiatsiyaning organizmlarga ta'siri zararli emas. Ikkinchidan, radiatsiyaning kichik dozalari foydali bo'lishi mumkin ("xormezis samarasi").

Chunonchi, radiatsiya kichik dozalarining hayvonlarga ta'sirini o'rganish shuni ko'rsatdiki, nurlantirilgan sichqonlar, kalamushlar, kuchuklar umri davomiyligi nurlantirilmagan sog'lomroq hayvonlarnikidan uzoqroq bo'lib chiqdi. Xuddi shunday ma'lumotlar odamlar uchun ham olingan. Gamma-nurlanishning kichik dozalarida va neytronlarda suvo'tlar o'sishining kuchayishi, sichqonlar va dengiz cho'chqalari umri davomiyligining ortishi kuzatildi. Xormezis DNK tiklanishini rag'batlantirishda, oqsillar sintezlanishida, antistressorli oqsillar hosil bo'lishida, erkin radikallarning zararsizlantirilishida va immun tizimning rag'batlantirishida namoyon bo'ladi. Sut emizuvchilarda o'smali va yuqumli kasalliklarga, xususan leykemiya, saraton va sarkomaga nisbatan himoya reaksiyalarining kuchayishi kuzatilgan.

Qishloq xo'jaligida, masalan, ionlovchi nurlanishlar urug'larning unib chiqishi tezligini oshirish, o'simliklar hosilini ko'paytirish, qalamchalarning yaxshiroq payvandlanishi, tovuqlarning ko'proq tuxum qo'yishi, baliqchilikda urug'lanishni rag'batlantirish va baliqchalarning sonini oshirish uchun qo'llaniladi. Xirosima va Nagasakidagi atom hujumi qurbonlarini o'rganishda aniqlanishicha, 100 mZv darajasida nurlangan odamlar orasida nazorat guruhiga qaraganda leykemiyadan o'lim kamroq kuzatilgan. Norvegiyada tabiiy radioaktiv fon odamlarning butun umri davomida 365 mZv ga teng nurlanish dozasini ta'minlaydi, ba'zi bir hududlarda bu ko'rsatkich 1500 mZv ga teng, Hindiston va Eronda bu doza tegishlicha 2000 va 3000 mZv ga etadigan tumanlar bor. Rossiyada ostonaviy daraja 70 mZv hisoblanadi (1991 yilgacha 50 mZv deb qabul qilingan edi).

Ko'pchilik kurortlar (masalan, Shveysariya, Kavkaz, Pomir, Kolorado tog'laridagi) qulay iqlim omillari bilan birga, odatda yuqori tabiiy radioaktiv fonga ham ega. Dunyodagi eng yirik kurortlar Braubax, Visbaden, Baden-Baden (Germaniya), Badgastayn (Avstriya), Masutami-Springs (YAponiya), Sxaltubo, Pyatigorsk, Belokurixa va ko'plab boshqalar radon miqdori yuqori manbalar atrofida tashkil etilgan.

8.3. Radon

Tabiiy radioaktiv fonning eng katta ulushi (50% ga yaqin) radondan hosil bo'ladi, u ^{238}U va ^{232}Th parchalanishining tabiiy mahsulotidir. Uran qatoridagi radon-222ning radioaktiv fondagi hissasi toriy qatoridagi radon-220dan 20 baravar ko'p ba'zi bir hududlar tabiiy uranga boy. Masalan, Devon va Kornuellda mahalliy granit tarkibida 2000 g t(-1) gacha uran bor.

Uran ancha murakkab yo'l bilan parchalanadi (46, 47-jadval), uning bosqichlaridan bittasida radon hosil bo'ladi.

8.6-jadval

 ^{238}U dan ^{222}Rn gacha parchalanish turlari

Izotoplar	Ajraladigan zarrachalar	Yarim parchalanish davri
$^{238}_{92}\text{U}$	α	$4,5 \cdot 10^9$ yil
$^{234}_{90}\text{Th}$	β	24,101 kun
$^{234}_{91}\text{Pa}$	β	1,175 daq
$^{234}_{92}\text{U}$	α	$2,475 \cdot 10^5$ yil
$^{230}_{90}\text{Th}$	α	$8 \cdot 10^4$ yil
$^{226}_{88}\text{Ra}$	α	1622 yil
$^{222}_{86}\text{Rn}$	α	3,825 kun

8.7-jadval

 ^{222}Rn dan ^{206}Pb gacha parchalanish turlari

Izotoplar	Ajraladigan zarrachalar	Yarim parchalanish davri
$^{222}_{86}\text{Rn}$	α	3,825 kun
$^{218}_{84}\text{Ro}$	α	3,05 daq
$^{214}_{82}\text{Pb}$	β	26,8 daq
$^{214}_{83}\text{Bi}$	β (99,96 %) α (0,04 %)	19,72 daq
$^{214}_{84}\text{Ro}$	α	163,7 son
$^{210}_{81}\text{Tl}$	α	1,32 daq
$^{210}_{82}\text{Pb}$	β	22,5 yil
$^{210}_{83}\text{Bi}$	β	4,989 kun
$^{210}_{84}\text{Ro}$	α	138,374 kun
$^{206}_{82}\text{Pb}$	-	-

Radon – yarim parchalanish davri ancha katta bo‘lgan gaz bo‘lgani bois, u jinlardan diffuziyalanadi va yaqin atrofda joylashgan binolarga tarqalishi mumkin. Radonning tuproqdan ajralishi tezligi turli mintaqalar uchun 3 dan 50 mBk/m²·s gacha (8.8-jadvalga qarang). Radon – hidsiz va rangsiz gaz bo‘lib, tuproq ustida to‘planadigan havodan 8 marta og‘ir. Uning yuqori tuproq qatlamidagi konsentratsiyasi 8.9-jadvalda keltirilgan.

8.8-jadval.

Radonning eksqalyasiyasi tezligi

Geografik rayon	mBk/m²·s
Fransiya	15
Avstriya	8,6-20,9
Rossiya	3,8-19
AQSh	18-53
Filippin	11
Irlandiya	27
GFR	17
Yaponiya	3,4-8,8

8.9-jadval.

Radonning yuqori tuproq qatlamidagi konsentratsiyasi

Geografik rayon	mBk/m³
Fransiya	9,3
Avstriya	7,0
Rossiya	2,2-6,3
AQSh	0,1-9,6
Finlyandiya	2,3-3,8
Hindiston	3,7
Polsha	3,3
Buyuk Britaniya	3,3
GFR	2,6
Yaponiya	2,1
Tinch okeani orollari	0,02-0,2
Hind okeani	0,07
Tinch okeani janubiy qismi	0,07

Radonning o‘zi α -zarrachalarni hosil qilgan holda parchalanadi. Ma’lumki, α -zarrachalar o‘z holicha xavfli emas, ammo radon parchalanishi mahsulotlari – radioaktiv qattiq zarrachalardir (8.7-jadvalga qarang).

Agar radon atomi o‘pkada parchalansa, odam amaldagi ichki radiatsiya manbasini orttiradi. Vaqt o‘tib u o‘pka saratoni bilan xastalanishi mumkin. 12 ta asosiy ifloslovchilarning qiyosiy kanserogen xavfliligi YAponiyada tekshirilganda, radon birinchi o‘rinni egalladi (oxirgi o‘rinda DDT).

Radonning parchalanishi tufayli uydagi chang ham jiddiy xavf tug‘dirishi mumkin. Parchalanish mahsulotlari uydagi changga cho‘kib qoladi va uni radiatsiya manbasiga aylantiradi. Radonning turar joy xonalaridagi konsentratsiyasi turli mamlakatlar uchun 8.10-jadvalda keltirilgan.

8.10-jadval

Radonning turarjoy binolaridagi konsentratsiyasi

Mamlakat	Radon konsentratsiyasi, Bk/m ³
Shvetsiya	37-780
Finlyandiya	7,4-770
AQSh	3,7-520
Avstriya	1,9-276
Norvegiya	7,4-250
Kanada	22-240
Buyuk Britaniya	0,7-91
Polsha	1,2-52
GFR	2,6-25

1990 yildan boshlab Buyuk Britaniyada radonning turar joylardagi tavsiya etiladigan konsentratsiyasi 200 Bk/m³ ga teng deb qabul qilingan. Katta odam o‘pkasining o‘rtacha sig‘imi 5 dm³ atrofida ekanligini hisobga olsak, 200 Bk/m³ da o‘pkada (1/200 m³) bir soniyada bitta parchalanish yuz beradi. Turar joylardagi radonning eng katta konsentratsiyalari 51 jadvalda berilgan. Radonning eng katta konsentratsiyalari yuvinish xonasida kuzatilgan (8.12-jadval), hattoki dushdan

foydalanish vaqti va radonning yuvinish xonasi havosidagi miqdori o'rtasidagi bog'lanish ham aniqlangan.

8.11-jadval

Oddiy turar joydagi radon bo'yicha radiatsiya manbasi

Radiatsiya manbai	kBk/sut
Tabiiy gaz	3
Suv	4
Tashqaridagi havo	10
Bino va uning ostidagi tuproq	60

8.12-jadval

O'rta kengliklar uchun turli xonalarda radon konsentratsiyalarining o'rtacha qiymatlari

Radiatsiya manbai	kBk/m³
Yuvinish xonasi	8,5
Oshxona	3,0
Turarjoy xonasi	0,2

8.13-jadval

Dushdan foydalanganda havoning radon bilan bog'liq o'rtacha solishtirma radioaktivligi

Dush ochilgandan keyin o'tgan vaqt, daqiqa	Radionuklidlar konsentarsiyasi, Bk/m³
0	146
2	850
4	1040
6	1890
8	2070
10	2740
18	3520
22	5550

Shu bilan birga, turar joylarda radon konsentratsiyasi darajasi bilan (muayyan konsentratsiyalar diapazonida) o'pka saratoni bilan kasallanishlar soni o'rtasida manfiy korrelyasiya mavjudligi haqida qiziqarli ma'lumotlar bor.

8.14-jadval

Tabiiy radiatsiya manbalaridan bir kishiga samarali ekvivalent radioaktiv nurlanish dozalarini (mZv/yil) baholash

	Tashqi nurlanish	Ichki nurlanish	Yig'indi
Kosmik nurlar va kosmogen radionuklidlar	0,30	0,02	0,32
Izotop ^{40}K	0,12	0,18	0,30
^{238}U (^{222}Rn siz va uning parchalanish mahsulotlari) qatori	0,09	0,02	0,11
^{232}Th (^{222}Rn siz va uning parchalanish mahsulotlari) qatori	0,14	0,02	0,16
Jami	0,65	0,24	0,89

Biz yadro qurolini sinashni bas qilishimiz, AESda energiya ishlab chiqarish jarayonidagi radiatsiya tarqalishiga qarshi kurashishimiz mumkin, biz ularda avariylarni oldini olish choralarini ko'rishimiz mumkin. Atrof-muhitning radiatsion ifloslanishidagi asosiy muammo – AESning radioaktiv chiqindilari. Hozircha esa biz ularning faolligi pasayguncha ularni saqlash va keyin Jahon okeaniga tarqatib yuborishdan boshqa ilojimiz yo'q.

8.4. Radiokimyo va radiobiologiyaning ba'zi tushunchalari

Radioaktivlik birligi bo'lib SI sistemasida bekkerel (Bk), xizmat qiladi. U bir sekunddagi yadro parchalanishlarini sonini ko'rsatadi.

O'ziga xos aniq bir ob'ektdagi radioaktivlikni ifodalash uchun massa birligiga qaratilgan (qattiq materiallar uchun, masalan tuproq) yoki hajm birligidagi (gaz yoki suyuqlik uchun) solishtirma aktivlik tushunchasi qo'llaniladi. Dengiz suvining solishtirma aktivligi 10 kBk/m^3 , tuproqniki tahminan 500 Bk/kg ga teng. Ikkala holatda ham radioaktivlik asosan kaliya ^{40}K tabiiy izatopining ishtiroki bilan o'zaro bog'langan.

Har qanday moddaga ionlantiradigan nurlanishlarning ta'sir etishi ushbu modda tarkibiga kiradigan atom va molekulalarining ionlanishi bilan paydo bo'ladi. Ushbu ta'sirning me'yori bo'lib, yutilgan doza – yutilgan nurlanish energiyasini og'irlik birligiga nisbati bilan aniqlanadigan fundamental dozametrik o'lcham xizmat qiladi.

SI sistemasida yutilgan energiyaning asosiy birligi grey (Gr, Gy) — djoulni massa kilogrammiga nisbati ($Dj \cdot kg^{-1}$). U “D” simvoli bilan belgilanadi:

$$D = dE/dm,$$

Bu yerda dE —elementar hajmda joylashgan ionlantiradigan nurlanish orqali uzatiladigan o'rtacha energiya; dm — ushbu hajmdagi modda og'irligi.

1 Gr yutilgan doza yetarlicha ahamiyatli radiatsion kattalik bo'lib, u nurlangan organizmda qator asoratlarni keltirib chiqaradi.. Lekin energetik nuqtai nazardan bu miqdor juda kichik: odam tanasiga ushbu doza ta'sir etishi natijasida xaroratning ortishi mingdan bir gradusdan ham kam.

8.15-jadval

Aktivlik va dozalar birliklari

Aktivlik birliklari	Xarakteristika
SI sistemasidagi birliklar	
Bekkerel (Bk, Bq)	Radioaktiv manbadagi nuklidning aktivlik birligi. Bir bekkerel har qanday radionuklidning sekunddagi bitta parchalanishiga to'g'ri keladi
Grey (Gr, Gy)	YUtilgan doza birligi. $1Gr = 1Dj/kg$
Zivert (Zv, Sv)	SI sistemasida ekvivalent doza birligi. Bir zivert 1 Dj/kg yutilgan dozaga to'g'ri keladi. (rentgen, γ - va β nurlanishlar uchun)
Sistemasiz birliklar	
Kyuri (Ki, Ci)	Izogon aktivligi birligi. Hozirgi vaqtda bekkerel bilan bog'langan. $1 Ki = 3,700 \cdot 10^{10} Bk$

rad (rad. rad)	YUtilgan nurlanish dozasi birligi. 1 rad = 0.01 Gr
ber (ber, rein)	Ekvivalent doza birligi. 1 ber = 0,01 Zv

8.16-jadval

Turli birlikdagi aktivlik, dozalar va dozalar quvvati o'rtasidagi bog'liqlik

Asosiy radiologik qiymatlar va birliklar			
Qiymat	O'lchov birliklari nomi va belgisi		Birliklar o'rtasidagi bog'liqlik
	Sistemasizlar	SI	
Nuklid aktivligi	Kyuri (Ki, Ci)	Bekkerel (Bk, Bq)	1 Ki = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk 1 Bk = 1 parch/s 1 Bk = $2,7 \cdot 10^{11}$ Ki 1 Ki = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk 1 Bk = 1 parch/s 1 Bk = $2,7 \cdot 10^{11}$ Ki
Ekspozitsion doza	Rentgen (R. R)	Kulon/kg (Kl/kg, C/kg)	1 R = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Kl/kg 1 Kl/kg = $3,88 \cdot 10^3$ R
Yutilgan doza	Rad (rad, rad)	Grey (Gr. Gy)	1 rad = 10^{-2} Gr 1 Gr = 1 Dj/kg
Ekvivalent doza	Ber (ber, rem)	Zivert (Zv, Sv)	1 ber = 10^{-2} Zv 1 Zv = 100 ber
Ekspozitsion doza quvvati	Rentgen sekundga (P/c, R/s)	Amperni kilogrammga nisbati (A/kg, A/kg)	1 R/s = $2,58 \cdot 10^{-4}$ A/kg
Yutilgan doza quvvati	Rad sekundga (rad/s, rad/s)	Greyini sekundga nisbati (Gr/s, Gy/s)	1 rad/s = 10^{-2} Gr/s
Ekvivalent doza quvvati	Ber sekundga (ber/s, rem/s)	Vattni kilogrammga nisbati	1 ber/s = 10^{-2} Vt/kg

		(Vt/kg, W/kg)	
Nurlanishning integral dozasi	Rad-gramm (rad • g, rad • g)	Grey-kg (Gr • kg, Gv • kg)	1 rad•g = 10 ⁻⁵ Gr•kg 1 Gr•kg = 10 ⁵ rad•g

8.5. Tabiiy radiatsion fon

Yer yuzida tirik organizmlar tabiiy radiatsion fonning doimiy ta'siri sharoitida istiqomat qiladilar. Ushbu fon geologik vaqt davomida jadalligi bo'yicha sezilarli o'zgargan deb taxmin qilinadi.

Tabiiy (va texnogen) fonlar bilan bog'liq radiatsiyaning kichik dozalarining roliga nisbatan bir necha nuqtai nazarlar mavjud. SHunday nuqtai nazarlardan biriga muvofiq har qanday kam yutilgan doza ham ma'lum bir zararli ta'sirga ega.

Ushbu nuqtai nazar asosida- qator organ va to'qimalarning radiatsiyaga yuqori sezgiligi tajribada namoyon bo'lishi yotadi. Ulardan biri- sut va qalqonosti bezlar, o'pka, qizil miya iligilar- radiogen saraton shishlarini shakllanishiga moyildirlar. O'zgalarni nurlanishlari (jinsiy bezlar) orqali nurlanish nasldan naslga o'tish xavf xatarlari ham majud. SHuning uchun bu yerda gap radiatsiyaning salbiy ta'siri bo'lmagan ma'lum bir darajasi yo'q ya'ni uning har qanday darajasi ham salbiy oqibatlarni keltirib chiqarishi haqida ketmoqda.

8.6. Respublikamizdagi radioaktiv chiqindilar va xavfsizlik

O'zbekiston Respublikasida atrof muhitning radioaktiv xavfsizligiga alohida e'tibor qaratilmoqda, chunki radioaktiv-xavfli ob'ektlar, radioaktiv moddalar va chiqindilar, ionlovchi nurlanish manbalari bilan bog'liq favqulotda hodisalar uzoq vaqt davom etuvchi va aholi salomatligiga jiddiy taxdid soluvchi oqibatlarga ega.

O'zbekistonning markaziy va sharqiy qismlari hududi dunyodagi eng katta Tyanshan uran rudali megaprovinziya tarkibiga kiradi va uran qazib chiqarish bo'yiicha bizning respublika dunyoda 7-o'rinni egallaydi.

Radiatsion ifloslanishdan atrof muhit muhofazasi chora tadbirlarini rejalashtirishda va radiatsion xavfsizlik vazifalarini aniqlashda eng katta e'tibor

uran ishlab chiqarilishining radioaktiv chiqindilari va tog' jinslari qismlari saqlanuvchi omborlarga qaratiladi. Tabiiy ofatlar ta'sirida (yomg'ir, shamol, sel v.k.) radioaktiv chiqindilar saqlanuvchi omborlarni buzulishi kuzatilishi mumkin va bu o'z o'rnida radioaktiv ifloslanishning tabiiy atrof muxitda tarqalishiga olib kelishi mumkin.

Respublika hududida turli usullarda uran qazib chiqarish jarayonida katta sonda qazib chiqazilgan ruda tepaliklari yig'ilib qolgan, ular maxsus dastur bo'yicha qadam va qadam faolsizlantirilishi va rekultivatsiya qilinishi kerak. Radiatsion ifloslanish va natijada radiatsion xavf soluvchi ob'ektlari bo'lib omborxonalar, ruda tepaliklari va radioaktiv chiqindilar hisoblanadi.

8.7. O'zbekistondagi radiatsion ekologik holat

Uran qazib chiqazilishi va uran konlarinig ekspluatatsiyasi boshlang'ich bosqichlarida tog' kon usuli bilan amalga oshirilgan, bu katta hajmlarda tarkibida tabiiy radionuklidlarga ega chiqindilar ajralishi bilan sodir bo'lgan. Hozirgi kunda qazib olish operatsiyalari ekologik toza va iqtisodiy samarador bo'lgan yer osti quduqli ishqor bilan yuvish usuli bilan amalga oshiriladi. Tog' kon kombinatlari faoliyati natijasida ya'ni Uchquduq, Navoiy shaharlari (Markaziy qizilqum region), shu bilan birga Krasnogorsk, Angren va Pop (CHatqal-Quramin region) rudalaridan uranni ajratib olishda 63 mln. m³ chiqindi to'plangan.

O'zbekiston hukumati harakatdagi va to'xtatilgan uran konlari chiqindilarini boshqarishni muhim muammo sifatida qarab, uning monitoringi va rekuperatsiyasi bo'yicha rejali kompleks ishlar olib bormoqda.

Bir necha yillardan beri ishchi maydonlar va CHotqol- Kuramin regionidagi to'xtatilgan uran konlari chiqindilari ustidan monitoring ishlari olib borilib va ular joylashgan rayon atrof muhitiga chiqindilarni ta'sir darajasi baholangan. Bu ishlarga paralell ravishda yirik aholi punktlari umum foydalaniladigan hududlar va sanoat markazlari, shu bilan birga yer usti suvlarining sifati ustidan radiatsion monitoring olib borilgan.

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki hosil bo'lgan katta hajmdagi qattiq chiqindilar texnogen radiatsion va ekologik anomaliya (chetga chiqish)

uchastkalarini shakllantirdi. O'zida bir necha foiz uran saqlagan sanoat rudalari bo'laklariga ega bo'lgan kattagina hajmdagi ag'darilgan erlar rekultivatsiya qilinmagan.

Barcha ob'ektlarda umumiy tendensiya kuzatiladi: kuzga qaraganda bahor mavsumida radionuklidlarni ko'tarilishi jadallashadi.

8.17-Jadval

Yangiobod uran ruda konlari chiqindilari joylashgan hududlardagi suvlar tavsifi

Ingredientlar	Suv na'munalari olish joylari				
	Kondan yuqoridagi daryo	Drenajli tizim	Ag'darilgan tuproq qatlami tubidan	Kon yonidagi daryodan	Kondan pastdagi daryo
Mineralizatsiya, mg/l	94-132	344	959	152-186	170-264
Qattqlik mg/l	0,8-1,3	3,6	12,7	5,4-6,4	1,4-2,2
U mkg/l	1,5-2,7	500-3200	2200-3300	750-1000	10-20
Ra mkg/l	1-8	8-4460	15	5-22	5-15
Pb	1	8-20	13	3	2
Se	1	4,2	2	1	12
Cu	1-4	14-168	14	1-4	1-4
Cr	3	10-19.0	10	5	3
Cd	0.1	0.5-16	0.5	0.5	0.5
Cd	0.1	0.5-1.3	0.5	0.3	0.3
As	10	51-203	17	15	15

Ish joyi va chiqindilar joylashgan maydonlar atrofidagi hududiy (lokal) uchastkalarda radionuklidlar bilan va kam uchraydigan xolda esa toksik metallar bilan ifloslangan tuproqlar mavjud.

Konlarda rudalarni qazib olish jarayonlari tugagandan so'ng ifloslangan tuproq maxsus saqlanadigan joylarga olib boriladi, uchastka esa rekultivatsiya qilinadi. Atmosfera havosi esa foydalanilayotgan konlarni yer osti quduqli ishqor bilan yuvishda radioaktiv aerezollar va ifloslangan uchastka tuproqlaridan hosil bo'ladigan changlar bilan ifloslanmoqda. Chatqol-Qurama konlarining ayrim ag'darilgan tuproq qatlamlari va Navoiy TKMKning chiqindilar maxsus

saqlanadigan joylarining yuza qismida me'yoridan ortiq radon to'planishi aniqlangan.

Uran rudalar joylashgan joylar yaqinidagi qatlam orlig'idagi suvlarda ushbu nuklidning miqdori 50 mg/l ga etadi. Ushbu zonada selen, reniy, noyob, tarqoq va asl metallar to'planishi ham qayd etilgan. Qatlam suvlarining oqimi bo'ylab ushbu uchastkalardan pastga qarab bir necha yuz metrga uzoqlashganda suvlardagi uran miqdori fon me'yorigacha pasayadi. Natijada yer osti suvlarining tabiiy sifati tiklanadi.

8.8. Aholi punktlarining radiatsion-ekologik holati

O'zbekistonda aholi punktlarini radiatsion ifloslanish muammolariga katta ahamiyat beriladi. Radiatsion-ekologik monitoring olib borishning asosiy maqsadi umumiy foydalaniladigan hududlarni tekshirishdan iboratdir. Bunda nurlanishning alohida manbalari, antropogen kelib chiqishli radioaktiv ifloslanish aniqlanadi va dezaktivatsiya qilinadi, aholi punktlari hududlarida gamma-nurlanish quvvati o'rganiladi va nazorat qilinadi, maktab va bolalar bog'chalari radiometrik tekshiriladi. Aholi punktlarini radiatsion monitoringi umumiy foydalaniladigan hududlarda bir qator radioaktiv me'yordan chetga chiqish holatlarini aniqlash va bartaraf etish imkoniyatini yaratdi.

Olib borilgan radioekologik tadqiqotlar natijasida O'zbekiston hududida radioekologik nuqtai nazardan vaziyat keskinlashgan radiatsion holatni asosli baholash va aholini xavfsizligini ta'minlash maqsadida doimiy kuzatuv yuritilishini taqozo etadigan aholi punktlar aniqlangan. Masalan Toshkent, Angren, Oxangaron, Bekobod, Yangiobod, Krasnogorskiy, Navoiy, Andijon, Namangan, Qo'qon, Charkesar kabi shahar va boshqa aholi punktlari shular jumlasidandir.

Nazorat savollari

1. Izotop deb nimaga aytiladi?
2. Radioaktivlik deb nimaga atiladi?
3. Radioaktiv elementlar yarim parchalanish davri nima?
4. Ionlantiradigan nurlanish deb nimaga aytiladi?

5. Foton va korpuskulyar nurlanishlar nimasi bilan farq qiladi?
7. Foton nurlanishning qanday turlarini bilasiz?
8. Korpuskulyar nurlanishning qanday turlarini bilasiz?
9. Birlamchi va ikkilamchi ionlantiradigan nurlanishlar nimasi bilan farq qiladi?
10. Bevosita ionlantiradigan va bilvosita ionlantiradigan nurlanishlar nimasi bilan farq qiladi?
11. Ionlantiradigan zarrachalar energiyasi qanday birliklarda o'lchaniladi?
12. SI sistemasida radioaktivlik birligi qanday va u nimaga teng?
13. Protonlar neytronlardan nimasi bilan farq qiladi?
14. Nuklidning og'irlik soni nimadan tashkil topgan?
15. Aktivlik, parchalanish doimiyligi, yarimparchalanish davri nima?
16. Radioaktiv parchalanishning qanday turlari mavjud?
17. Atrof muhitdagi ionlanadigan nurlanishlarning qanday tabiiy manbaalari mavjud?
18. Atrof muhitdagi ionlanadigan nurlanishlarning qanday antropogen manbaalari mavjud?
19. Yerning ionlanadigan nurlanishida qanday radionuklidlar asosiy xissa qo'shadi?
20. Respublikamizda qaysi region konlari rudalaridan uran qazib olinadi?
21. Uran qazib chiqarish bo'yiicha bizning respublika dunyoda nechanchi o'rinni egallaydi.?
22. Aholi punktlarini radiatsion-ekologik monitoring olib borishning asosiy maqsadi nima?

XULOSA

1920-1930 yillarda rus akademigi V.I.Vernadskiy, odam aqli asosiy geologik yaratuvchi kuchga aylanadi va buning natijasi o‘zaroq, odamlar tabiatning kelajagi uchun mas’uliyatni o‘z zimmasiga olishi kerak degan xulosaga kelgan. Uning so‘zlariga qaraganda, ilmiy fikr va inson mehnati ta’sirida biosfera yangi holatga – noosferaga o‘tadi.

XX asr oxiriga kelib biosfera global ekologik inqiroz holatiga kelib qoldi. Yaqinlashib kelayotgan ekologik xavf-xatarlar bo‘lag‘asida milliardlab odamlar inson faoliyatining barcha sohalarida ekologik tartibni ta’minlash ishlariga jalb qilinishi lozim. Bunday tahdidlarni to‘g‘ri anglab etish ularning e’tiqodi va irodasini jahon hamjamiyatini yanada yuksak va ekologik xavfsiz cho‘qqilarga olib chiqadigan yangi qadriyatlarni izlash va qaror topshirishga undashi kerak.

1972 yilda Stokgolmda BMT konferensiyasi bo‘lib o‘tdi, uning natijasida atrof-muhit bo‘yicha BMT dasturi (YUNEP) qabul qilindi. Ilk marotaba shunday yuqori minbardan atrof-muhitni va sivilizatsiya taraqqiyotini alohida-alohida qabul qilib bo‘lmaydi, ular bir-biridan ajralmasdir, chunki sivilizatsiya muammolari ekologik tanglik bilan chambarchas bog‘liq degan fikr bildirildi. Konferensiyaning o‘tkazilishi va YUNEP tashkil etilishi xalqaro hamjamiyatni atrof-muhit muhofazasi muammolarining davlat darajasida hal etilishiga jalb qilinishini ta’minladi. Atrof-muhit bo‘yicha vazirlik va idoralar paydo bo‘ldi, ekologik siyosat, atrof-muhit huquqi rivojlana boshladi. 1987 yilda Atrof-muhit va rivojlanish bo‘yicha xalqaro komissiyaning “Umumiy kelajagimiz” nomli ma’ruzasida barqaror rivojlanish konsepsiyasi tushunchasi paydo bo‘ldi: “Insoniyat taraqqiyotga barqaror va uzoq muddatli tus berishi mumkin, zero bu taraqqiyot hozirda yashaydigan odamlar ehtiyojlariga javob berishi, kelajak avlodni ham o‘z ehtiyojlarini qondirish imkoniyatidan mahrum qilmasligi kerak”.

1992 yil iyunda Rio-de-Janeyro shahrida BMTning atrof-muhit va rivojlanish bo‘yicha konferensiyasi bo‘lib o‘tdi, unda barqaror rivojlanish konsepsiyasi davlatlar darajasida tasdiqlandi. Ekologik va atrof-muhit muhofazasi, shu jumladan ozon tuynuqlari va issiqxona effekti masalalari bo‘yicha ko‘plab xalqaro hamkorlik

dasturlari ishlab chiqildi, tovarlar va xizmatlarni ishlab chiqarishga yanada qattiqroq ekologik talablar qo'yildi. Har bir mamlakat hukumatiga o'z milliy barqaror rivojlanish strategiyasini ishlab chiqish taklif etildi. Ushbu konferensiyada bir qator muhim hujjatlar qabul qilindi: «Atrof-muhit va rivojlanish bo'yicha Rio-de-Janeyro Deklaratsiyasi», «Iqlim o'zgarishlari haqidagi BMT konvensiyasi», «Biologik xizma-xillik haqidagi BMT Konvensiyasi», «XXI asr uchun kun tartibi». Konferensiyada qabul qilingan Deklaratsiyada ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish maqsadlarini hozirgi va kelajak avlodlar uchun atrof-muhitni saqlash maqsadlariga uyg'unlashtirish zarurligi belgilangan. bugungi kunda ushbu konsepsiya kelajak jahon sivilizatsiyasining eng mashhur global modeliga aylandi.

2002 yilda «Rio-92» ning 10 yilligi munosabati bilan Yoxannesburgda 26 avgustdan 4 sentyabrgacha barqaror rivojlanish bo'yicha jahon sammiti bo'lib o'tdi (VSUR). Yoxannesburgda oliy darajadagi uchrashuv avval qabul qilingan qarorlarning amalga oshirilishiga bag'ishlanganligi bois, u jiddiy samarali natijalarni bermadi – unda yangi shartnomalar tuzish istiqbollarini ochadigan kelishuvlarga erishildi. Manfaatdor taraflar, ayniqsa hukumatlar, fuqarolik jamiyati va xususiy sektor o'rtasidagi muloqot yangi darajaga ko'tarildi. Yoxannesburgdagi uchrashuv ishtirokchilari quruq bayonotlar va umumiy gaplar bilan cheklanmasdan, boshqa taraflar pozitsiyalarini hisobga olib interfaol muloqotga kirishishga majbur bo'ldi. Tadbirda 300dan ortiq ko'ngilli hamkorliklar yuzaga keldi, ularning faoliyati hukumatlar tomonidan qabul qilingan majburiyatlardan kelib chiqib yo'lga qo'yiladi, ilgari qabul qilingan qarorlarning amalga oshirilishining ichki mexanizmlarini ta'minlaydi.

Rio-de-Janeyrodagi tarixiy uchrashuvdan 20 yil o'tib BMT barqaror rivojlanish bo'yicha «Rio+20» konferensiyasini tashkil qildi. Konferensiya ishtirokchilarining uning natijalari haqidagi fikrlari har xil bo'ldi: ishtirokchi mamlakatlar “biz istaydigan kelajak”ka sodiqlikni namoyon qilishdi, fuqarolik jamiyati esa yakuniy hujjatda bayon qilingan kelajak ularga umuman kerak emasligini ta'kidlashdi. Darhaqiqat, konferensiyadan bir kun oldin kelishib olingan yakuniy hujjat “Biz istaydigan kelajak” juda turli-tuman pozitsiyalarni birlashtira olmadi. Konferensiya

boshlanmasidan tugadi – uning natijasi oliy darajadagi uchrashuv boshlanmasidan oldin ma'lum edi, barcha nizoli masalalar bo'yicha muqobil variantni taklif qildi. Oqibatda barqaror rivojlanish maqsadlarini ishlab chiqish, BMT Bosh assambleyasi shafe'ligida barqaror rivojlanish bo'yicha yuksak darajali forumni yaratish kabi umumiy masalalar ijobiy yechimini topdi, xalqaro suvlar va bioxilma-xillikni himoya qilish yoki qazib olinadigan yonilg'ini qavlab olishga subsidiyalardan voz kechish kabi aniq masalalar yetarlicha qo'llab-quvvatlanmadi va ochiqligicha qolib ketdi. Muzokaralar fuqarolik jamiyatiga ko'p quvonch keltirmagan bo'lsa-da, «Rio+20»da ancha ko'p muhim voqealar yuz berdi. BMT ma'lumotlariga ko'ra, qishloq xo'jaligi, energetika va transportni barqaror rivojlantirish, tabiiy falokatlar xavfini kamaytirish, o'rmon siyosati va boshqa yo'nalishlar bo'yicha loyihalar uchun e'lon qilingan moliyalashtirish umumiy hajmi 510 mlrd AQSH dollaridan oshib ketdi. Umumiy hisobda mamlakatlar hukumatlari, biznes, jamoat tashkilotlari va universitetlar barqaror rivojlanish va "yashil" iqtisodiyot sohasida 690dan ortiq yangi maqsadlar va loyihalarni taqdim etdi.

Ayonki, tabiat va jamiyat munosabatlarini uyg'unlashtirish g'oyasi uning tarixiy rivojlanishining hozirgi bosqichida integratsiya jarayoniga uzluksiz va tezkor jahon jarayoni sifatida kuchli turtki beradi. Uning amaliy natijalarini oldindan bilib bo'lmaydi, ammo aynan mana shu yo'lda global ekologik inqirozni engishda muhim yutuqlarni qo'lga kiritish mumkin. CHiqindisiz texnologiyalarni, chiqindilarni tozalash va yo'q qilishning samarali vositalarini yaratish insoniyatning kelajakdagi muhim vazifalaridan biri ekanligini tan olish kerak. Olimlarning atrof-muhit kimyosi sohasidagi faoliyati buning uchun shart-sharoitlarni yaratadi xalos. Ekologik ta'limning boshqa sohalarida ham jiddiy o'zgarishlarni amalga oshirish kerakligini inkor etib bo'lmaydi. Buni unutmaslik, shunga intilish kerak.

Atrof-muhit kimyosi sohasidagi bilimlar jahon hamjamiyatining jamiyat va uning tabiat bilan munosabatlariga uyg'unlik olib kirishga qaratilgan ongli, maqsadli va konstruktiv faoliyatini rag'batlantiruvchi omilga aylanishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Химия окружающей среды : учеб, пособие, Н.Г.Никитина, Л.С.Суханова ; под ред.. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2012.
2. Химия окружающей среды: учеб, пособие / под ред. Т.И.Хаханиной. М.: Высшее образование, 2009.
3. Голдовская, Л. Ф. Химия окружающей среды: учеб, пособие для вузов. — М.: Мир, 2005.
4. Тарко, А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
5. Моисеенко, Т.И. Закисление вод: факторы, механизмы и экологические последствия. — М.: Паука, 2003.
6. Эколого-технологические проблемы: учеб, пособие для студ. высш. пед. учеб, заведений / под ред. Б.И.Михайлова. — М.: Академия, 2010.
7. Исидоров, В. А. Экологическая химия : учеб, пособие для вузов. — М.: Химиздат, 2001.
8. “Ekologiya”: o‘quv qo‘llanma / X.T. Tursunov, T.U. Raximova. — Toshkent: SMinor ENK, 2006.
9. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды : учеб, пособие для вузов. — М.: Мир, 1999.
10. Кормилицын, В. И. Основы экологии : учеб, пособие для вузов / В. И. Кормилицын, М. С. Цицкишвили. — М. : Интерстиль, 1997.
11. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию : учеб, пособие для вузов. — М.: Мир, 1997.
12. Кортэ, Ф. Экологическая химия. Основы и концепции : учеб, пособие для вузов. — М.: Мир, 1997.
13. Стадницкий, Г. В. Экология: учеб, пособие для вузов / Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов. — СПб.: Химия, 1997.

14. Панин, В. Ф. Экология для инженера : учеб.-справ. пособие / В. Ф. Панин, Л. И. Сечин, В. Д. Федосова ; иод ред. В. Ф. Панина. — М. : Ноосфера, 2001.
15. Инженерная экология : учебник / иод ред. В. Т. Медведева. — М.: Гардарики, 2002.
16. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек : учеб, пособие для вузов, средних школ и колледжей. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Фаир-Прссс, 2002.
17. Орлов, /1. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении : учеб, пособие для вузов / Д. С. Орлов [и др.]. — М.: Высшая школа, 2002.
18. Национальный докладо состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в республике узбекистан (2008-2011 гг.) Ташкент издательство «Chinor ENK» 2013
19. Экология и экономика природопользования : учебник для вузов / иод ред. проф. Э. В. Гирусова, ироф. В. П. Лопатина. — 2-е изд., иенр. и дои. — М.: ЮНИТЙ-ДАНА ; Единство, 2003.
20. Охрана окружающей среды: учебник для вузов / автор- сост. А. С. Степаиовских. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
21. Гладкий, Ю. И. Дайте планете шанс! / Ю. Н. Гладкий, С. Б. Лавров — М. : Просвещение, 1995.
22. Яншин, А. Л. Уроки экологических просчетов / А. Л. Яншин, А. И. Мелуа. - М.: Мысль, 1991.
23. Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде — М. : Прогресс — Пангея, 1994. — Т. 2.
24. Бекман, И. И. Радиохимия. В 2 т. Том 1. Фундаментальная радиохимия : учебник и практикум для академического бакалавриата. — М.: Издательство Юрайт, 2014.

25. Бекман, И. Н. Радиохимия. В 2 т. Том 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность: учебник и практикум для академического бакалавриата. — М.: Издательство Юрайт Москва, 2014.
26. Атомная энергетика — перспективное направление развития энергетики // Атом-ревью. — 1993. — № 3. — С. 5-8.
27. ИНЕС. Руководство для пользователей международной шкалы ядерных и радиологических событий. Издание 2008 года. - МАГАТЭ и ОЭСР/АЯЭ, 2010.
28. Юкии Аmano. Авария на АЭС «Фукусима-Дайити». — Доклад генерального директора. — МАГАТЭ, 2015. — 278 с.
29. Tokyo Electric Power Company, Roadmap towards Restoration from the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (2011). URL: http://www.meti.go.jp/english/speeches/pdf/20110417_a.pdf.
30. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ конференции ООН по устойчивому развитию «РИО+20». — ООН, 2012.