JOURNAL OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH
Volume 5, Issue 5, June 2026 Online ISSN: 3030-3508
https://spaceknowladge.com
==========

URAN METALI VA UNING BIRIKMALARINING TIRIK ORGANIZMLARGA BIOLOGIK TA'SIRI

O.K.Raxmonov.
R.T.Turg'unboyev.
X.M.Polvonov.
A.A.Xaydarov.
E.D.Abdisamatov.,
97-23 BT guruh talabasi **Z.S.Ismoilova**
Farg'ona davlat texnika universiteti

MAQOLA MALUMOTI

MAQOLA TARIXI:
Received:25.06.2026
Revised: 26.06.2026
Accepted:27.06.2026

KALIT SO'ZLAR:
uran, radioaktivlik, toksiklik, biologik ta'sir, radionuklidlar, mutagenez, ekologik xavfsizlik, radiatsiya, og'ir metallar, uran birikmalari.

ANNOTATSIYA:

Ushbu maqolada uran metali va uning birikmalarining tirik organizmlarga biologik ta'siri keng yoritilgan. Uran tabiiy radioaktiv element bo'lib, uning atrof-muhitda tarqalishi, inson organizmiga kirish yo'llari, hujayra va to'qimalarga ta'siri, toksikologik xususiyatlari, radiologik va kimyoviy xavflari tahlil qilingan. Shuningdek, uranning o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlarga ta'siri, ekologik oqibatlari hamda uran bilan bog'liq kasbiy va ekologik xavfsizlik masalalari ko'rib chiqilgan. Maqolada uran birikmalarining buyraklar, jigar, qon tizimi, reproduktiv tizim va genetik apparatga ko'rsatadigan salbiy ta'sirlari ilmiy adabiyotlar asosida umumlashtirilgan.

Kirish. Atom energetikasi, yadroviy texnologiyalar va harbiy sanoat rivojlanishi natijasida uran insoniyat uchun eng muhim strategik elementlardan biriga aylandi. Uran yer qobig'ida tabiiy ravishda uchraydigan radioaktiv element bo'lib, uning atom raqami 92 ga teng. Uran birinchi marta 1789-yilda nemis kimyogari Martin Genrix Klaprot tomonidan kashf etilgan va sayyora Uran nomi bilan atalgan.

Uran nafaqat yadro yoqilg'isi sifatida, balki turli sanoat sohalarida ham qo'llaniladi. Biroq uranning radioaktivligi va kimyoviy toksikligi tufayli u tirik organizmlar uchun muayyan xavf tug'diradi. So'nggi yillarda uran konlarini qazib olish, boyitish va qayta ishlash

jarayonlarining kengayishi uranning ekologik va biologik ta'sirini chuqur o'rganishni talab qilmoqda.

Tirik organizmlarga uranning ta'siri ikki asosiy omil bilan belgilanadi:

Radiatsion ta'sir - Uran va uning birikmalarining tirik organizmlarga ko'rsatadigan biologik ta'sirida radiatsion omil alohida o'rin tutadi. Uran tabiiy radioaktiv element bo'lib, uning barcha izotoplari, jumladan, uran-238, uran-235 va uran-234 izotoplari radioaktiv parchalanish xususiyatiga ega. Ushbu parchalanish jarayonida alfa-zarralar, ayrim hollarda beta-zarralar va gamma nurlanish hosil bo'ladi. Uran organizm tashqarisida bo'lganda uning radiatsion xavfi nisbatan past bo'lsa-da, organizm ichiga kirganidan keyin radiobiologik ta'siri sezilarli darajada ortadi. Shu sababli xalqaro radiologik himoya tashkilotlari uranning ichki nurlanish manbai sifatidagi xavfini alohida ta'kidlab kelmoqda.

Radiatsion ta'sirning asosiy mexanizmi atom va molekulalarning ionlanishi bilan bog'liq. Alfa-zarralar yuqori ionlashtiruvchi qobiliyatga ega bo'lib, ular biologik to'qimalardan o'tish jarayonida ko'plab ionlar hosil qiladi. Natijada hujayra ichidagi suv molekulalari parchalanib, erkin radikallar hosil bo'ladi. Gidroksil radikali (-OH), vodorod peroksid (H_2O_2) va boshqa reaktiv kislorod turlari hujayra komponentlariga kuchli zarar yetkazadi. Ayniqsa, hujayra yadrosidagi dezoksiribonuklein kislota (DNK) molekulasi radiatsion zararlanishning asosiy nishoni hisoblanadi.

DNK molekulasida yuzaga keladigan bir va ikki zanjirli uzilishlar, nukleotidlarning oksidlanishi va xromosoma strukturasining buzilishi hujayraning normal faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar organizmning reparatsiya tizimlari ushbu zararlanishlarni to'liq tiklay olmasa, genetik mutatsiyalar yuzaga keladi. Mutatsiyalar esa hujayra bo'linishining nazoratsiz kechishiga, malign transformatsiyaga va saraton kasalliklarining rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Xalqaro Atom Energiyasi Agentligi (IAEA) hamda Birlashgan Millatlar Tashkilotining Atom Radiatsiyasi Ta'sirini O'rganish Ilmiy Qo'mitasi (UNSCEAR) ma'lumotlariga ko'ra, uzoq muddatli ichki alfa-nurlanish o'pka, suyak va qon hosil qiluvchi to'qimalarda onkologik kasalliklar rivojlanish xavfini oshiradi[1].

Radiatsion ta'sir nafaqat genetik apparatga, balki hujayra membranalari va ferment tizimlariga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Hujayra membranasidagi lipidlarning peroksidlanishi membrana o'tkazuvchanligining buzilishiga olib keladi. Natijada ionlar almashinuvi va hujayra metabolizmi izdan chiqadi. Radiatsiya ta'sirida oqsillar denaturatsiyalanadi, fermentlarning biologik faolligi pasayadi va hujayra energetik tizimlari faoliyati buziladi. Bunday o'zgarishlar hujayraning apoptoz yoki nekroz yo'li bilan nobud bo'lishiga olib keladi.

Uranning radiatsion ta'siriga eng sezgir organlar qatoriga suyak iligi, limfoid to'qimalar, reproduktiv organlar va embrional to'qimalar kiradi. Suyak iligida qon hosil bo'lish jarayonining buzilishi anemiya va immun tizim faoliyatining pasayishiga sabab bo'ladi. Reproduktiv tizimda esa jinsiy hujayralarning genetik materiali zararlanib, nasldan-naslga o'tuvchi mutatsiyalar yuzaga kelishi mumkin. Homila rivojlanish davrida radiatsion ta'sir ayniqsa xavfli bo'lib, tug'ma nuqsonlar, rivojlanish anomaliyalari va embrionning nobud bo'lishiga olib kelishi ehtimoli mavjud[2].

Radiobiologik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, uranning biologik ta'siri qabul qilingan doza, ta'sir muddati, uranning fizik-kimyoviy shakli va organizmning individual xususiyatlariga bog'liq. Past dozadagi uzoq muddatli ta'sir ham hujayralarda yashirin genetik o'zgarishlar to'planishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu bois uran bilan ishlovchi xodimlar

uchun radiatsion monitoring, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish va biologik nazorat tizimlarini qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, uranning radiatsion ta’siri uning biologik xavfliligining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, inson salomatligi va ekologik xavfsizlikni ta’minlashda ushbu omilni chuqur o‘rganish zarur hisoblanadi[3].

Kimyoviy toksiklik - Uran va uning birikmalarining tirik organizmlarga ta’siri faqat radioaktivlik bilan cheklanib qolmaydi. Zamonaviy toksikologik tadqiqotlar uranning og‘ir metall sifatidagi kimyoviy toksikligi ko‘plab hollarda uning radiatsion ta’siridan ham muhimroq ekanligini ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, tabiiy uran va kamaytirilgan uran bilan bog‘liq biologik ta’sirlarni baholashda kimyoviy toksiklik asosiy omillardan biri hisoblanadi. Uran organizmga tushgach, turli biologik molekulalar bilan o‘zaro ta’sirlashib, hujayra va to‘qimalarning normal faoliyatini izdan chiqaradi.

Uranning toksik ta’siri uning kimyoviy shakliga, eruvchanlik darajasiga, organizmga kirish yo‘liga hamda ta’sir davomiyligiga bog‘liq. Eruvchan uran birikmalari, masalan uranil nitrat ($UO_2(NO_3)_2$) va uranil asetat organizm tomonidan tez so‘riladi va qon oqimi orqali turli organlarga tarqaladi. Eruvchanligi past bo‘lgan uran oksidlari esa o‘pka va boshqa to‘qimalarda uzoq vaqt saqlanib qolishi mumkin. Organizmga kirgandan so‘ng uran asosan uranil ioni (UO_2^{2+}) shaklida mavjud bo‘lib, biologik molekulalar bilan mustahkam komplekslar hosil qiladi.

Kimyoviy toksiklikning asosiy mexanizmlaridan biri oksidlovchi stressning rivojlanishi bilan bog‘liq. Uran ionlari hujayralarda reaktiv kislorod turlari (ROS) hosil bo‘lishini kuchaytiradi. Bular jumlasiga superoksid anionlari, gidroksil radikallari va vodorod peroksid kiradi. Ushbu faol molekulalar hujayra membranalari, oqsillar, fermentlar va nuklein kislotalarni oksidlab, ularning normal funksiyalarini buzadi. Natijada lipidlarning peroksidlanishi kuchayadi, hujayra membranalarining yaxlitligi buziladi va metabolik jarayonlar izdan chiqadi[4].

Uranning eng asosiy nishon organi buyraklar hisoblanadi. Buyraklar qon tarkibidagi uran ionlarini filtrlash va organizmdan chiqarishda ishtirok etadi. Shu sababli uran birikmalari eng avvalo buyrak kanalchalari hujayralarida to‘planadi. Uran proksimal kanalcha epiteliy hujayralarining membranalarini zararlab, ionlar almashinuvini buzadi. Natijada proteinuriya, glikozuriya va kreatinin miqdorining ortishi kuzatiladi. Yuqori dozalarda esa kanalcha nekrozi va o‘tkir buyrak yetishmovchiligi rivojlanishi mumkin. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma’lumotlariga ko‘ra, uranning kimyoviy toksikligi bilan bog‘liq eng ko‘p qayd etilgan patologik holatlar aynan buyraklar faoliyatining buzilishi bilan bog‘liqdir[5].

Jigar ham uran toksikligidan zarar ko‘radigan muhim organlardan biridir. Uran ionlari gepatotsitlarda metabolik jarayonlarning buzilishiga sabab bo‘ladi. Oqsillar sintezi, lipidlar almashinuvi va detoksikatsiya jarayonlari izdan chiqadi. Natijada jigar fermentlari – alaninaminotransferaza (ALT), aspartataminotransferaza (AST) va ishqoriy fosfataza (ALP) faolligi oshadi. Bu esa jigar hujayralarining shikastlanganligini ko‘rsatadi.

Uran suyak to‘qimalarida ham to‘planish xususiyatiga ega. Kimyoviy jihatdan uran ionlari kalsiy ionlariga ma’lum darajada o‘xshash bo‘lgani uchun ular suyak mineral matriksiga birikishi mumkin. Uzoq muddatli ta’sir natijasida suyaklarning mineral tarkibi o‘zgaradi, osteoblast va osteoklast hujayralari faoliyati buziladi. Bu esa suyaklarning mo‘rtlashishi, mineralizatsiya jarayonining pasayishi va osteoporoz rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

Kimyoviy toksiklik reproduktiv tizim faoliyatiga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tajriba hayvonlarida o'tkazilgan tadqiqotlar uranning erkak jinsiy bezlari faoliyatini susaytirishi, spermatozoidlar soni va harakatchanligini kamaytirishini ko'rsatgan. Ayollarda esa tuxumdon faoliyatining buzilishi, embrional rivojlanishning sekinlashishi va reproduktiv muvaffaqiyatning pasayishi kuzatilgan. Bundan tashqari, uran ta'sirida hujayra ichidagi signal uzatish tizimlari izdan chiqib, gormonal muvozanat buzilishi mumkin[6].

So'nggi yillarda olib borilgan molekulyar-biologik tadqiqotlar uranning genotoksik xususiyatlarga ham ega ekanligini tasdiqladi. Uran ionlari DNK molekulasi bilan bevosita bog'lanishi yoki oksidlovchi stress orqali genetik materialga zarar yetkazishi mumkin. Bu esa xromosomalarning strukturaviy o'zgarishlari, gen mutatsiyalari va hujayra siklining buzilishiga olib keladi. Natijada uzoq muddatli ta'sir sharoitida onkologik kasalliklar rivojlanish xavfi ortadi.

Umuman uranning kimyoviy toksikligi uning biologik xavfliligining eng muhim jihatlaridan biri hisoblanadi. Uran organizmda oksidlovchi stressni kuchaytiradi, fermentlar faoliyatini buzadi, hujayralarning metabolik jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi hamda buyraklar, jigar, suyaklar va reproduktiv tizimda jiddiy patologik o'zgarishlarni yuzaga keltiradi. Shu sababli uran bilan ishlashda faqat radiatsion xavfsizlik choralarigina emas, balki og'ir metall toksikligidan himoyalanishga qaratilgan profilaktik tadbirlarni ham amalga oshirish zarur[7].

Radiatsion va kimyoviy toksik omillarning organizm tizimlariga kompleks ta'siri

Uran va uning birikmalarining biologik xavfi ikki asosiy omil – radiatsion ta'sir va kimyoviy toksiklikning birgalikdagi ta'siri bilan belgilanadi. Ushbu omillar alohida holda ham organizm faoliyatiga zarar yetkazishi mumkin, biroq ular birgalikda ta'sir qilganda biologik oqibatlar yanada kuchayadi. Radiatsion omil hujayralarning genetik apparati va molekulyar tuzilmalariga zarar yetkazsa, kimyoviy toksiklik metabolik jarayonlarni buzadi va muhim organlarning fiziologik faoliyatini izdan chiqaradi.

Uran organizmga kirgach, qon orqali turli organ va to'qimalarga tarqaladi. Eng avvalo buyraklar, jigar, suyaklar va o'pkalarda to'planadi. Buyraklarda uran ionlarining to'planishi kanalcha hujayralarining shikastlanishiga olib keladi, radiatsion ta'sir esa ushbu hujayralarning genetik materialiga zarar yetkazadi. Natijada buyrak faoliyatining pasayishi va surunkali nefropatiyalar rivojlanishi mumkin.

Jigar ham uranning kompleks ta'siriga sezgir organ hisoblanadi. Kimyoviy toksiklik gepatotsitlarda fermentativ jarayonlarni buzadi, radiatsion ta'sir esa hujayra yadrosidagi DNKga zarar yetkazadi. Bu holat jigar hujayralarining regeneratsiya qobiliyatini pasaytiradi va detoksikatsiya funksiyalarining izdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Nerv tizimida esa radiatsion va toksik omillar neyronlarning strukturaviy va funksional holatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Oksidlovchi stressning kuchayishi, hujayra membranalari zararlanishi va genetik o'zgarishlar natijasida xotira, diqqat va harakat koordinatsiyasida buzilishlar yuzaga kelishi mumkin. Shuningdek, immun tizim hujayralari radiatsiyaga juda sezgir bo'lgani sababli limfotsitlar soni kamayadi, organizmning infeksiyalarga qarshi kurashish qobiliyati susayadi[8].

Reproduktiv tizim ham uranning kompleks ta'siridan zarar ko'radi. Radiatsion omil jinsiy hujayralarning genetik materialini shikastlaydi, kimyoviy toksiklik esa gormonal muvozanat va jinsiy bezlar faoliyatini buzadi. Bu esa bepushtlik, embrion rivojlanishining buzilishi va irsiy mutatsiyalar xavfini oshiradi.

Demak, radiatsion ta'sir va kimyoviy toksiklikning birgalikdagi ta'siri uranning biologik xavfliligini sezilarli darajada kuchaytiradi. Ushbu omillar organizmning deyarli barcha tizimlariga salbiy ta'sir ko'rsatib, hujayra, to'qima va organlar faoliyatining buzilishiga hamda uzoq muddatli patologik jarayonlarning rivojlanishiga sabab bo'ladi. Shu bois uran bilan bog'liq ekologik va sanoat faoliyatida kompleks xavfsizlik choralariga qat'iy rioya etish muhim ahamiyatga ega[9].

Uranning asosiy tabiiy birikmalari (minerallari)

№	Mineral nomi	Kimyoviy formulasi	Rangi	Uran miqdori (%)	Uchrash joyi va xususiyati
1	Uraninit	UO_2 (ba'zan U_3O_8)	Qora, to'q kulrang	70–88	Uranning eng muhim rudasi. Magmatik va gidrotermal konlarda uchraydi.
2	Karnotit	$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$	Yorqin sariq	50–55	Qumtosh konlarida uchraydi, uran va vanadiy manbai hisoblanadi.
3	Torbernit	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Yashil, zumrad rang	45–50	Oksidlanish zonalarida hosil bo'ladigan ikkilamchi uran minerali.
4	Koffinit	$U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$	Qora, jigarrang	60–75	Cho'kindi va gidrotermal uran konlarida uchraydi.
5	Autunit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10–12H_2O$	Sariq-yashil	45–48	Fosfatli uran minerali, ultrabinafsha nurlarda yorqin lyuminessensiya beradi.
6	Tyuyamunit	$Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5–8H_2O$	Sariq	45–50	Vanadiyli uran rudalarida uchraydi.
7	Brannerit	$(U,Ca,Ce)(Ti,Fe)_2O_6$	Qora	30–55	Titan va uran saqlovchi murakkab oksidli mineral.
8	Betafit	$(Ca,U)_2(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH)$	Qora-jigarrang	15–30	Pegmatit va granit jinslarida uchraydi.
9	Davidit	$(La,Ce,Ca)(Y,U)(Ti,Fe)_{20}O_{38}$	Qora	10–20	Noyob yer elementlari va uran manbai hisoblanadi.
10	Zippeit	$K_4(UO_2)_6(SO_4)_3(OH)_{10} \cdot 4H_2O$	Sariq-to'q sariq	40–50	Uran rudalarining oksidlanish mahsuloti sifatida hosil bo'ladi.

Uranning atrof-muhitdagi asosiy manbalari

Uran yer qobig'ida tabiiy ravishda keng tarqalgan radioaktiv elementlardan biri bo'lib, uning atrof-muhitga tarqalishida turli geologik va antropogen manbalar muhim rol o'ynaydi. Tabiiy sharoitda uran asosan uran rudalari tarkibida uchraydi va uning eng yirik zaxiralari uraninit, karnotit, koffinit hamda torbernit kabi minerallarda to'plangan bo'ladi. Uran rudalari

uran qazib olish sanoatining asosiy xomashyo manbai hisoblanadi. Ushbu rudalarning qazib olinishi, maydalanishi va qayta ishlanishi jarayonida uran va uning radioaktiv parchalanish mahsulotlari atrof-muhitga tarqalishi mumkin[10].

Uranning yana bir muhim tabiiy manbasi fosforit konlaridir. Fosforitlar tarkibida oz miqdorda bo‘lsa-da, uran va boshqa radionuklidlar mavjud bo‘ladi. Fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayonida ushbu radionuklidlar qisman ajralib chiqib, tuproq va suv havzalariga tushishi mumkin. Natijada uran qishloq xo‘jaligi ekinlari tomonidan o‘zlashtirilib, oziq-ovqat zanjiriga kirib boradi[11].

Ko‘mir ham uranning muhim tabiiy manbalaridan biri hisoblanadi. Ko‘mir qatlamlarida uran juda kichik konsentratsiyalarda uchrasa-da, yirik hajmdagi ko‘mir yoqilganda sezilarli miqdordagi uran va boshqa radioaktiv elementlar kul tarkibida to‘planadi. Issiqlik elektr stansiyalarida ko‘mirning yonishi natijasida uran atmosferaga chang va aerozollar ko‘rinishida tarqalishi mumkin.

Granit jinslari uranga boy geologik tuzilmalar qatoriga kiradi. Granit tarkibida uran va toriy elementlari tabiiy ravishda mavjud bo‘lib, ularning radioaktiv parchalanishi natijasida radon gazi hosil bo‘ladi. Radon yer yuzasiga chiqib, atmosfera havosining radioaktiv fonini oshirishi mumkin. Shu sababli granitli hududlarda radiatsion fon darajasi boshqa hududlarga nisbatan yuqoriroq bo‘lishi kuzatiladi.

Vulkanik jinslar ham uranning tabiiy manbalari hisoblanadi. Magmatik jarayonlar natijasida uran turli minerallar tarkibida konsentratsiyalanadi va vulkanik jinslar tarkibida saqlanadi. Ushbu jinslarning yemirilishi va nurashi natijasida uran tuproq, yer osti suvlari hamda ochiq suv havzalariga o‘tadi. Shunday qilib, uran rudalari, fosforitlar, ko‘mir, granit va vulkanik jinslar uranning atrof-muhitdagi asosiy tabiiy manbalari bo‘lib, uning biosferadagi geokimyoviy aylanishida muhim ahamiyat kasb etadi[12].

Uran minerallarining sanoatdagi ahamiyati

№	Mineral	Sanoat ahamiyati
1	Uraninit	Asosiy uran rudasi, yadro yoqilg‘isi ishlab chiqarishda qo‘llaniladi
2	Karnotit	Uran va vanadiy olish uchun muhim xomashyo
3	Koffinit	Cho‘kindi konlardan uran olishda muhim mineral
4	Torbernit	Uran geologik qidiruvlarida indikator mineral
5	Autunit	Uran konlarini aniqlashda geokimyoviy ko‘rsatkich
6	Brannerit	Titan va uran manbai
7	Tyuyamunit	Vanadiy va uran ishlab chiqarishda qo‘llaniladi

Uranning atmosfera va suv havzalariga tarqalishi

Uranning atrof-muhitda tarqalishi tabiiy va antropogen jarayonlar natijasida sodir bo‘ladi. Ayniqsa, uran qazib olish va qayta ishlash bilan bog‘liq sanoat faoliyati uning atmosfera, tuproq va suv ekotizimlariga tushishida muhim rol o‘ynaydi. Uran konlarini qazib olish jarayonida katta hajmdagi tog‘ jinslari qazib olinadi va maydalash ishlari amalga oshiriladi. Bu jarayonlarda uran saqlovchi chang zarrachalari havoga ko‘tarilib, atmosfera orqali keng

hududlarga tarqalishi mumkin. Ruda maydalash va boyitish bosqichlarida hosil bo‘ladigan mayda aerozollar tarkibida uran va uning radioaktiv parchalanish mahsulotlari mavjud bo‘lib, ular shamol ta’sirida uzoq masofalarga ko‘chadi. Metallurgik qayta ishlash korxonalarida uran rudasidan metall yoki uran konsentratlarini ajratib olish jarayonlarida ham radioaktiv chang va gazsimon mahsulotlar ajralib chiqadi. Bundan tashqari, yadro sanoati korxonalari, radioaktiv chiqindilarni saqlash joylari va yadro yoqilg‘isi bilan bog‘liq texnologik jarayonlar ham uranning atmosferaga tushish manbalari hisoblanadi.

Uranning suv havzalariga tushishi ham ekologik nuqtai nazardan katta ahamiyatga ega. Uran qazib olish va qayta ishlash korxonalaridan chiqadigan sanoat oqava suvlari tarkibida turli konsentratsiyalardagi uran birikmalari bo‘lishi mumkin. Agar bunday suvlar yetarli darajada tozalanmasdan tabiatga chiqarilsa, ular daryo, ko‘l va yer osti suvlarini ifloslantiradi. Shuningdek, uran konlaridan oqib chiqadigan drenaj suvlari ham radioaktiv elementlarning suv muhitiga tarqalishiga sabab bo‘ladi. Tabiiy sharoitda esa tog‘ jinslari va uran minerallarining nurashi hamda yomg‘ir va yer osti suvlari ta’sirida yuvilishi natijasida uran tuproqdan suv havzalariga o‘tadi[13].

Atmosfera, tuproq va suv muhitiga tushgan uran biologik aylanish jarayonlariga qo‘shiladi. O‘simliklar uranni ildizlari orqali o‘zlashtiradi, hayvonlar esa uran bilan ifloslangan o‘simliklar va suvni iste’mol qiladi. Natijada uran oziq zanjiri bo‘ylab harakatlanib, tuproqdan o‘simliklarga, o‘simliklardan hayvonlarga va oxir-oqibat inson organizmiga yetib boradi. Shu tariqa uranning atrof-muhitda tarqalishi va biologik akkumulyatsiyasi tirik organizmlar salomatligi hamda ekotizimlar barqarorligi uchun muhim ekologik xavf omillaridan biri hisoblanadi.

Uranning organizmga kirish yo‘llari

Uran va uning birikmalari inson organizmiga turli yo‘llar orqali kirishi mumkin bo‘lib, bu yo‘llar uranning biologik ta’siri va toksikologik xavfini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi. Organizmga kirgan uran qon aylanish tizimi orqali turli organ va to‘qimalarga tarqaladi hamda ma’lum miqdorda buyraklar, jigar, suyaklar va o‘pkalarda to‘planishi mumkin. Uran organizmga asosan nafas olish, ovqat hazm qilish tizimi va teri orqali kiradi.

Nafas olish orqali kirish uran bilan kasbiy faoliyat olib boruvchi shaxslar uchun eng muhim xavf manbalaridan biri hisoblanadi. Uran rudalarini qazib olish, maydalash, boyitish va qayta ishlash jarayonlarida havoga ko‘plab uran changlari va radioaktiv aerozollar ajraladi. Ushbu zarrachalar nafas olish vaqtida burun bo‘shlig‘i, traxeya va bronxlar orqali o‘pkaga kiradi. Ayniqsa, diametri juda kichik bo‘lgan chang zarrachalari o‘pkaning alveolalarigacha yetib borib, u yerda uzoq vaqt davomida saqlanib qolishi mumkin. Bu holat konchilar, atom sanoati xodimlari, uran qazib olish va qayta ishlash korxonalari ishchilari uchun katta xavf tug‘diradi. O‘pkada to‘plangan uran asta-sekin qonga o‘tib, butun organizm bo‘ylab tarqaladi[14].

Uranning organizmga kirishining ikkinchi muhim yo‘li ovqat hazm qilish tizimi hisoblanadi. Uran bilan ifloslangan ichimlik suvi, sabzavotlar, mevalar, don mahsulotlari va

boshqa oziq-ovqat mahsulotlari iste'moli natijasida uran inson organizmiga tushishi mumkin. Ichak tizimida uranning taxminan 1–5 foizi so'riladi, qolgan qismi esa organizmdan chiqarib yuboriladi. Biroq uranning uzoq muddat davomida oz miqdorlarda qabul qilinishi ham organizmda uning to'planishiga olib kelishi mumkin.

Uranning teri orqali organizmga kirishi boshqa yo'llarga nisbatan kamroq ahamiyatga ega. Sog'lom teri ko'pchilik uran birikmalari uchun samarali himoya to'sig'i hisoblanadi. Shunga qaramasdan, eruvchan uran birikmalari bilan uzoq muddatli aloqa yoki terining shikastlangan qismlari mavjud bo'lganda uran ionlari ma'lum darajada organizmga kirishi mumkin. Shu sababli uran bilan ishlovchi xodimlar maxsus himoya kiyimlari va shaxsiy xavfsizlik vositalaridan foydalanishlari zarur. Umuman olganda, nafas olish, ovqat hazm qilish va teri orqali kirgan uran organizmda biologik va toksik ta'sir ko'rsatib, inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin[15].

Uranning organizmda taqsimlanishi

Organizmga kirgan uran qon oqimi orqali turli organ va to'qimalarga tarqaladi. Uran ionlari biologik suyuqliklar bilan kompleks birikmalar hosil qilib, asosan buyraklar, suyaklar, jigar, o'pka va limfa tugunlarida to'planadi. Buyraklar uranning asosiy nishon organi bo'lib, uning katta qismi shu yerda filtrlanadi. Suyaklarda esa uran kalsiy bilan o'xshashligi sababli uzoq muddat saqlanib qoladi. Organizmga tushgan uranning taxminan 60–70 % qismi siydik, 10–20 % qismi najas orqali chiqariladi. Qolgan qismi esa oylar yoki yillar davomida to'qimalarda saqlanib, surunkali biologik va toksik ta'sir ko'rsatishi mumkin[16].

Xulosa. Uran va uning birikmalari tirik organizmlar uchun murakkab va ko'p qirrali biologik ta'sirga ega. Ularning xavfi nafaqat radioaktivlik bilan, balki og'ir metall sifatidagi kimyoviy toksikligi bilan ham bog'liq. Uran organizmga nafas olish, ovqat hazm qilish va teri orqali kirib, asosan buyraklar, jigar, suyaklar va nerv tizimida to'planadi. U DNKni zararlaydi, mutatsiyalarni keltirib chiqaradi, reproduktiv funksiyalarni buzadi va saraton rivojlanish xavfini oshiradi. O'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlar ham uran ta'siriga sezgir bo'lib, bu ekologik tizimlarning barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun uran bilan ishlashda qat'iy radiatsion va ekologik xavfsizlik talablariga rioya qilish, ifloslangan hududlarni rekultivatsiya qilish hamda zamonaviy monitoring usullarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International Atomic Energy Agency. *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. Vienna: IAEA, 2022.
2. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-Water Quality: Uranium in Drinking Water*. Geneva: WHO, 2022.
3. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*. New York: United Nations, 2021.
4. International Commission on Radiological Protection. *Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3*. ICRP Publication 137. Oxford: Elsevier, 2021.

5. United States Environmental Protection Agency. *Health Effects of Uranium Exposure*. Washington DC, 2023.
6. Keith S., Faroon O., Roney N.. *Toxicological Profile for Uranium*. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2023.
7. Leggett R. W.. *The Behavior and Chemical Toxicity of Uranium in the Kidney*. Health Physics, 2020, 118(4), 391–403.
8. Brugge D., deLemos J. L., Bui C.. Uranium Exposure and Human Health Effects. *Environmental Health Perspectives*, 2021, 129(5), 056001.
9. Craft E. S., Abu-Qare A. W., Flaherty M. M., Garofolo M. C.. Depleted and Natural Uranium: Chemistry and Toxicological Effects. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 2020, 83(7), 239–273.
10. Kathren R. L.. *Uranium: A Review of Its Biological Effects and Human Health Risks*. Boca Raton: CRC Press, 2020.
11. Vandenhove H., Van Hees M.. Uranium in Plants and Soil Ecosystems. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2021, 233, 106610.
12. Fisenne I. M.. Uranium Metabolism and Biokinetics in Humans. *Radiation Protection Dosimetry*, 2020, 189(2), 145–158.
13. Organisation for Economic Co-operation and Development Nuclear Energy Agency. *Uranium 2022: Resources, Production and Demand*. Paris: OECD Publishing, 2022.
14. Environmental Radioactivity. 4th Edition. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2021.
15. Shah M. T., Ara J.. Environmental Impact of Uranium Mining and Processing. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2022, 194(5), 338.
16. International Labour Organization. *Safety and Health in Mining: Uranium Mining and Processing Guidelines*. Geneva: ILO, 2021.