

NANOTEXNOLOGIYA VA NANOMATERIALARNI ZAMONAVIY TIBBIYOTDA QO'LLANILISHI

Kurbonova Mohira Abduvahobovna

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti
"Tibbiy va biologik kimyo" kafedrası dotsenti*

Mirkamolova Aziza Ilxomjonovna

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti,
Biyotibbiyot muhandisligi fakulteti talabasi*

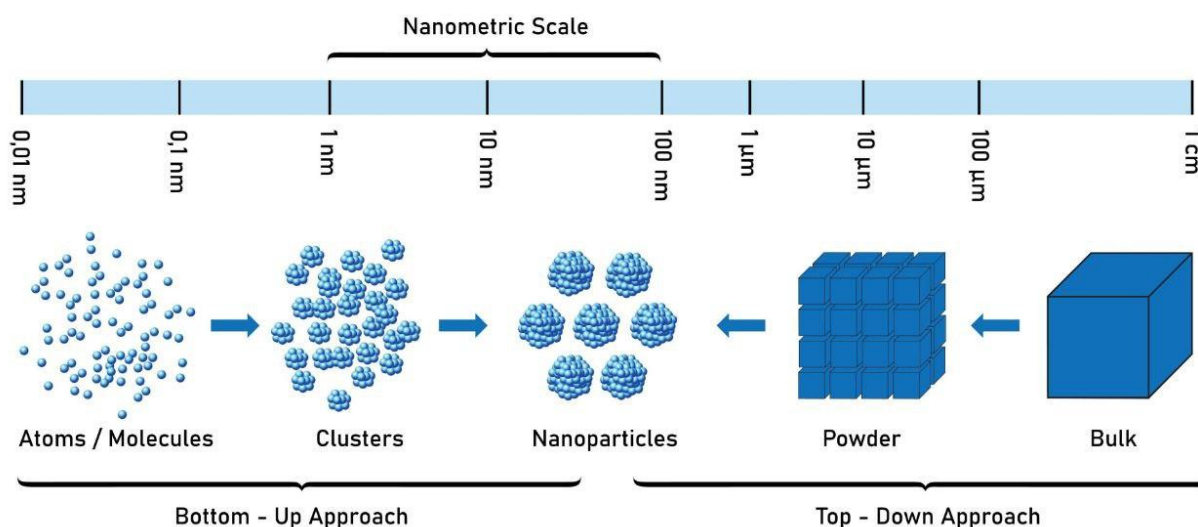
Annotatsiya: Ushbu keng qamrovli ilmiy maqolada zamonaviy nanotexnologiyaning fundamental nazariy poydevori, nanostrukturali ob'ektlarning o'ziga xos kvant-mexanik xususiyatlari va ularning zamonaviy tibbiyot (nanotibbiyot) sohasidagi inqilobiy tatbiqi tadqiq etiladi. Maqolada nano-zarrachalarning biologik membranalar bilan o'zaro ta'sir mexanizmlari, dori vositalarini molekulyar darajada manzilli yetkazib berishning (Targeted Delivery) kinetik va termodinamik tahlili, shuningdek, nanodiagnostika va teranostika qurilmalarining ishlash prinsiplari batafsil yoritilgan. Maqolaning xulosa qismida sohaning kelajakdagi ijtimoiy-axloqiy, iqtisodiy va ekologik oqibatlari keng ko'lamli ilmiy-falsafiy tahlil orqali bayon etilgan.

Kalit so'zlar: Nanotexnologiya, nanotibbiyot, kvant cheklanishi, sirt energiyasi, dori vositalarining manzilli yetkazib berilishi, liposomalar, dendrimerlar, uglerod nanotubalari, nanobiosensorlar, regenerativ meditsina, nanotoksikologiya, biointerfeys, teranostika, kvant nuqtalari.

Insoniyat sivilizatsiyasi tarixida texnologik taraqqiyot har doim moddaning yangi qirralarini va o'lchamlarini kashf etish bilan bog'liq bo'lgan. Bugungi kunda ilm-fan makroskopik dunyodan mikroskopik dunyoga, undan esa nano-o'lchamli dunyoga qadam qo'ydi. Nanotexnologiya — bu shunchaki kichik o'lchamlar haqidagi fan emas, balki moddaning fundamental xossalarini atom va molekulyar darajada manipulyatsiya qilish orqali butunlay yangi funksional tizimlarni yaratish san'atidir. 1 nanometr inson sochidan taxminan 50 000 marta kichik bo'lib, bu o'lcham diapazoni biologik molekulalar (DNK, oqsillar, viruslar) o'lchami bilan bevosita mos keladi. Tibbiyot sohasida nanotexnologiyalarning kirib kelishi "Nanotibbiyot" (Nanomedicine) tushunchasini shakllantirdi. Bu yo'nalish an'anaviy tibbiyot oldida turgan eng murakkab muammolarni, jumladan, saraton hujayralarini sog'lom to'qimalarga zarar yetkazmasdan yo'q qilish, irsiy kasalliklarni gen darajasida tuzatish va shikastlangan organlarni qayta tiklash kabi masalalarni hal qilishga qaratilgan [1-3].

Nanotexnologiyalar diagnostika aniqligini molekulyar darajagacha ko'tarib,

kasalliklarni simptomlar paydo bo'lishidan ancha avval aniqlash imkonini bermoqda. Mazkur maqolaning maqsadi nanotexnologiyalarning nazariy asosi va ularning zamonaviy klinika amaliyotidagi o'rnini fundamental tahlil qilishdan iborat. Nano-o'lchamli ob'ektlar (1-100 nm) o'zining fizik tabiati bilan na klassik fizika, na to'liq kvant mexanikasi qonunlariga bo'ysunadi. Bu oraliq holatda moddaning xossalari uning kimyoviy tarkibidan ko'ra, ko'proq uning geometrik o'lchamiga bog'liq bo'lib qoladi. Zarracha o'lchami kichraygani sari, uning sirt yuzasining umumiy hajmga nisbati (surface-to-volume ratio) geometrik progressiyada ortadi. Masalan, 10 nm li zarrachada atomlarning qariyb 20-30 % i sirtida joylashsa, 1 nm li zarrachada deyarli barcha atomlar sirtida bo'ladi. Bu hodisa materialning kimyoviy reaktivligini va katalitik faolligini keskin oshiradi. Tibbiyotda bu xususiyat nanozarracha sirtiga dori molekulalarini, lyuminessent markerlarni va yo'naltiruvchi antitanachalarni juda yuqori zichlikda biriktirish (funksionalizatsiya) imkonini beradi [4].



Zarracha o'lchami elektronning to'liq uzunligiga yaqinlashganda, materialning energetik sathlari uzluksiz holatdan diskret holatga o'tadi. Bu hodisa ayniqsa yarimo'tkazgichli "kvant nuqtalari"da (Quantum Dots) namoyon bo'ladi. Kvant nuqtalarining o'lchamini atigi bir necha angstromga o'zgartirish orqali ularning lyuminessensiya rangini butun ko'rinuvchi spektr bo'ylab boshqarish mumkin. Ushbu xususiyat onkologik jarrohlikda o'sma chegaralarini real vaqt rejimida o'ta aniqlik bilan vizuallashtirishga xizmat qiladi. Nanomateriallar o'zining kimyoviy tabiati va morfologiyasiga ko'ra bir necha strategik guruhlarga bo'linadi: Liposomalar: Ikki qavatli fosfolipidlardan iborat sferik pufakchalar. Ular suvda eruvchi dorilarni ichki qismida, yog'da eruvchi dorilarni esa membranada tashiydi. Bu ularni dori yetkazib berishda eng universal vositaga aylantiradi.

Dendrimerlar: Markazdan tarqaluvchi, yuqori darajada shoxlangan polimerlar. Ularning har bir "shoxchasi" dori molekulasini bilan bog'lanishi mumkin, bu esa

organizmga yuborilayotgan dorining dozasini atom darajasida nazorat qilish imkonini beradi. Oltin nanozarrachalari (AuNPs): Ular o'ziga xos sirt plazmon rezonansi xususiyatiga ega. Lazer nuri ta'sirida ushbu zarrachalar qizib, atrofdagi saraton hujayralarini termik yo'l bilan (fototermik terapiya) yo'q qiladi. Magnitli nanozarrachalar: Temir oksidi asosidagi zarrachalar bo'lib, ular tashqi magnit maydoni yordamida dorini tananing ma'lum bir nuqtasiga (masalan, miyadagi o'smaga) yo'naltirishda ishlatiladi. Uglerod nanotubalari va grafen o'zining o'ta yuqori mexanik mustahkamligi va elektr o'tkazuvchanligi bilan ajralib turadi. Ular nerv hujayralari regeneratsiyasida "elektron ko'prik" vazifasini o'taydi, bu esa falajlikni davolashda yangi istiqbollarni ochadi.

An'anaviy farmakologiyaaning eng katta kamchiligi — dorining butun organizmga tarqalishi va sog'lom a'zolarga (jigar, buyrak, qon tizimi) toksik ta'sir ko'rsatishidir. Nanotibbiyotda dori moddasi "aqlli" konteynerlarga joylanadi. Bu konteynerlar sirtidagi maxsus receptorlar (ligantlar) faqat zararlangan hujayrani taniydi va dorini faqat o'sha yerda chiqaradi. Bu usul ximioterapiyaning samaradorligini 10-15 barobar oshirib, uning nojo'ya ta'sirlarini minimal darajaga tushiradi. Hozirgi kunda butun bir laboratoriya tahlillarini bitta kichik plastik chipga (1 cm²) joylashtirish texnologiyasi ustida ishlanmoqda. Nanobiosensorlar qon tarkibidagi bitta virus zarrachasini yoki erta bosqichdagi saraton hujayrasini aniqlashga qodir. Bu kasalliklarni simptomlar paydo bo'lmasidan bir necha yil avval aniqlash imkonini beradi. Nanotexnologik karkaslar (scaffolds) hujayralarning o'sishi uchun tabiiy "uy" vazifasini o'taydi. Bu karkaslar yordamida laboratoriyada insonning o'z hujayralaridan teri, suyak va qon tomirlarini o'stirish muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda. Bu esa kelajakda donorlik organlariga bo'lgan ehtiyojni butunlay bartaraf etishi mumkin [4-6].

Ushbu tadqiqot asosida nanotexnologiyaaning tibbiyotdagi kelajagi va jamiyat hayotidagi o'rni bo'yicha quyidagi o'ta keng ko'lamli xulosalar va strategik xulosalarni taqdim etamiz: Xulosa shuni ko'rsatadiki, nanotexnologiya dori vositalarining bioavailability (biologik o'zlashtirilishi) darajasini tubdan oshiradi. An'anaviy dori vositalarining qariyb 90 % i organizmda nishonga yetib bormasdan parchalanib ketadi.

Nanotizimlar esa dorini himoyalangan holda yetkazib beradi. Bizning xulosamizga ko'ra, yaqin o'n yillikda farmatsevtika sanoati to'liq "shaxsiylashtirilgan nanotibbiyot"ga o'tadi. Bu har bir bemorning genetik xususiyatlaridan kelib chiqib, individual nanopreparatlar yaratishni anglatadi. Shuni chuqur tahlil qilish lozimki, nanozarrachalarning o'ta kichik o'lchami ularga inson tanasidagi barcha biologik to'siqlardan (jumladan, miyani himoya qiluvchi gemato-ensefalik to'siqdan) o'tib ketish imkonini beradi [7-10]. Bu esa kutilmagan nevrologik yoki immunologik oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun ilm-fan oldida turgan eng katta vazifa — bu "yashil nanotexnologiya" (green nanotechnology) tamoyillari asosida,

organizmda o'z-o'zidan zararsiz parchalanib ketadigan (biodegradable) va tabiatga zarar yetkazmaydigan materiallarni sintez qilishdir. Nanotoksikologiya sohasi nanotibbiyot bilan parallel ravishda rivojlanishi shart. Nanotexnologiya inson fiziologiyasini "modernizatsiya qilish" imkoniyatini beradi. Nanorobotlar qon aylanish tizimida doimiy harakat qilib, tromblarni tozalashi, shikastlangan DNK zanjirlarini molekulyar darajada "ta'mirlashi" va qarish jarayonini sekinlashtirishi mumkin. Bu esa inson o'rtacha umrini 120-150 yoshga yetkazish imkoniyatini tug'diradi. Biroq, bu yerda o'ta jiddiy etik savollar tug'iladi: Ushbu qimmatbaho texnologiyalar butun insoniyat uchun ochiq bo'ladimi yoki faqatgina boy qatlamning "abadiy yashashi"ga xizmat qiladimi? Jamiyatda yangi ijtimoiy-biologik tabaqalanishning oldini olish uchun xalqaro huquqiy va etik normalarni bugundan ishlab chiqish zarur.

Xulosa o'rnida aytish mumkinki, nanotexnologiya va sun'iy intellektning (AI) integratsiyasi "Aqlli tibbiyot" davrini boshlab beradi. Tanaga joylashtirilgan nano-sensorlar real vaqt rejimida sog'liq holatini kuzatib boradi va kasallik endigina boshlanayotgan soniyalarda uni bartaraf etish chorasini ko'radi. Tibbiyot "kasalxonada davolash" bosqichidan "doimiy mukammal sog'liqni saqlash" bosqichiga o'tadi. Biz o'rganayotgan ushbu soha XXI asrning eng katta ilmiy sakrashi bo'lib, u insoniyatning biologik taqdirini o'zgartirish quvvatiga ega. Nanomateriallar asosida yaratilgan yangi avlod vositalari kelajakdagi pandemiyalarning oldini olishda va insoniyatni irsiy kasalliklardan xalos etishda asosiy qalqon vazifasini o'taydi.

ADABIYOTLAR

1. Abbasov, I. B. (2022). Nanotexnologiya asoslari: Fizika, kimyo va tibbiyot. Toshkent: Akademnashr, 45–82-betlar.
2. Ferrari, M. (2005). Cancer nanotechnology: opportunities and challenges. *Nature Reviews Cancer*, Vol. 5, Issue 3, pp. 161-171.
3. Langer, R. (2010). Drug delivery and targeting. *Nature*, Vol. 392, Issue 6679, pp. 5-10.
4. Patra, J. K., et al. (2018). Nano based drug delivery systems: recent developments. *Journal of Nanobiotechnology*, Vol. 16, pp. 12-35.
5. Azhdarzadeh, M., et al. (2015). Nanomedicine: The future of cancer therapy. *Int. J. Nanomedicine*, Vol. 10, pp. 6561-6574.
6. Yunusov, X. E. (2021). Nanokimyo va nanomateriallar. Toshkent: "Fan" nashriyoti, 112–145-betlar.
7. Torchilin, V. P. (2014). Multifunctional nanocarriers for drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, Vol. 64, pp. 233-248.
8. Salamatov, I. I. (2019). Zamonaviy nanotibbiyot muammolari va etikasi. Tibbiyot nashriyoti, 88-104-betlar.
9. Zhang, L., et al. (2008). Nanoparticles in medicine: therapeutic applications. *Clinical Pharmacology*, Vol. 83, pp. 761-769.
10. National Nanotechnology Initiative (NNI). (2024). The Nanoscale and Synthesis Approaches: Bottom-Up and Top-Down. [Elektron resurs]. URL: <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size>