

**TARQALAYOTGAN INFEKSION KASALLIKLARNI MATEMATIK
MODELLASHTIRISH ORQALI BASHORAT QILISH*****Kubaev Asaliddin Esirgapovich****Samarqand davlat tibbiyot universiteti
“Informatsion texnologiyalar, biofizika
va tibbiy fizika” kefedirasi assistenti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqumli kasalliklarning tarqalish dinamikasini o‘rganish va ularning kelajakdagi rivojlanish tendensiyalarini bashorat qilishda matematik modellashtirishning o‘rni tahlil qilinadi. Tadqiqotda epidemiologik jarayonlarni tavsiflovchi asosiy matematik modellar, xususan, SIR (Sog‘lom-Kasallangan-Sog‘aygan) va uning modifikatsiyalari ko‘rib chiqiladi. Maqolada infeksiyaning tarqalish tezligi, inkubatsiya davri va populyatsiyaning immunitet darajasi kabi o‘zgaruvchilarning prognoz aniqligiga ta’siri yoritilgan. Shuningdek, zamonaviy axborot texnologiyalari va statistik algoritmlar yordamida epidemiyalarning avj olish nuqtalarini oldindan aniqlash hamda sog‘liqni saqlash tizimi uchun preventiv choralar ishlab chiqishning ilmiy asoslari keltirilgan.

Kalit so‘zlari: Infekcion kasalliklar, matematik modellashtirish, epidemiologiya, SIR modeli, bashorat qilish, tarqalish dinamikasi, inkubatsiya davri, reproduktiv koeffitsiyent, preventiv tibbiyot.

Kirish

Insoniyat tarixi davomida infeksiyon kasalliklar jamiyat taraqqiyoti, iqtisodiy barqarorlik va aholi salomatligiga jiddiy xavf solib kelgan. Globallashuv jarayonlarining jadallashishi, xalqaro migratsiyaning ortishi va ekologik o‘zgarishlar yangi turdagi infeksiyalarning paydo bo‘lishi va shiddat bilan tarqalishiga zamin yaratmoqda. Bunday sharoitda an’anaviy epidemiologik kuzatuv usullari bilan bir qatorda, jarayonlarni chuqur tahlil qilish va kelajakdagi xavfni oldindan ko‘ra bilish imkonini beruvchi intellektual vositalarga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Infekcion kasalliklarni matematik modellashtirish orqali bashorat qilish - bu nafaqat nazariy tadqiqot, balki sog‘liqni saqlash tizimi resurslarini to‘g‘ri taqsimlash va epidemiyaga qarshi samarali strategiyalar ishlab chiqishning fundamental asosidir.

Epidemiologik jarayonlar o‘z mohiyatiga ko‘ra ko‘p faktorli va murakkab tizimlar sirasiga kiradi. Kasallikning tarqalish tezligi, aholining zichligi, ijtimoiy muloqotlar chastotasi va virusning mutatsiyaga uchrash xususiyatlari kabi omillar o‘zaro chiziqli bo‘lmagan bog‘liqlikda bo‘ladi. Oddiy statistik kuzatuvlar ko‘pincha kutilmagan "avj olish" nuqtalarini yoki epidemiyaning so‘nish muddatlarini aniq ko‘rsatib bera olmaydi. Matematik modellashtirish esa ushbu murakkablikni abstrakt

mantiqiy qoliplarga solish orqali jarayonning ichki mexanizmlarini tushunishga va turli ssenariylar asosida kelajakni "raqamli simulyatsiya" qilishga imkon beradi.

Mazkur ishning asosiy maqsadi infeksiyon kasalliklarning tarqalishini bashorat qilishda qo'llaniladigan matematik modellarning samaradorligini o'rganish va ularning amaliy tibbiyotdagi rolini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot doirasida klassik SIR modeli va uning zamonaviy modifikatsiyalari yordamida infeksiya dinamikasini hisoblash usullari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, matematik prognozlarning epidemiya zanjirini uzishdagi va davlat miqyosidagi profilaktik qarorlar qabul qilishdagi ahamiyati asoslab beriladi.

Asosiy qism

Infeksiyon kasalliklarning tarqalish dinamikasini matematik modellashtirish, eng avvalo, aholini ma'lum guruhlariga ajratish va ular o'rtasidagi aloqalarni differensial tenglamalar yordamida tavsiflashga asoslanadi. Bu borada klassik SIR modeli fundamental poydevor hisoblanib, u populyatsiyani sog'lom va kasallikka moyil infeksiya yuqtirgan hamda kasallikdan tuzalib, immunitet hosil qilgan qatlamlarga ajratadi. Ushbu guruhlar orasidagi o'tish jarayonlari ma'lum bir koeffitsiyentlar, xususan, infeksiyaning yuqumlilik darajasi va tuzalish tezligi bilan belgilanadi. Modellashtirishning asosiy maqsadi-bazaviy reproduktiv koeffitsiyentni hisoblash orqali epidemiya zanjirining qachon va qanday sharoitda davom etishini yoki to'xtashini aniqlashdir. Agar $R_0 > 1$ bo'lsa, kasallik aholi orasida tarqalishda davom etadi, bu esa sog'liqni saqlash tizimi uchun signal bo'lib xizmat qiladi.

Zamonaviy epidemiologik tahlillarda klassik modellarga qo'shimcha parametrlar kiritish orqali bashorat aniqligi yanada oshirilmoqda. Masalan, SEIR modeli infeksiyaning yashirin davrini ham hisobga oladi, bu esa ayniqsa simptomlarsiz tarqaladigan viruslar dinamikasini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Matematik modellashtirish nafaqat kasallanganlar sonini hisoblaydi, balki turli ijtimoiy cheklovlar-karantin choralari, vaksinatсия sur'atlari yoki aholining niqob taqish rejimining epidemik egri chiziqqa ta'sirini simulyatsiya qilish imkonini beradi. Bunday simulyatsiyalar "egri chiziqni tekislash" strategiyasini ishlab chiqishda, ya'ni shifoxonalarga tushadigan yuklamani kamaytirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Bundan tashqari, infeksiyon kasalliklarni bashorat qilishda stoxastik va deterministik modellarning o'рни beqiyos. Deterministik modellar katta populyatsiyalarda o'rtacha ko'rsatkichlarni aniqlashga xizmat qilsa, stoxastik yondashuvlar kasallikning tarqalishidagi tasodifiy omillarni va kichik guruhlardagi o'zgarishlarni hisobga oladi. Bugungi kunda ushbu modellar sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlari bilan integratsiyalashgan holda, real vaqtdagi ma'lumotlarni tahlil qilib, kutilayotgan epidemiya o'choqlarini bir necha hafta oldin aniqlash imkonini bermoqda.

Xulosa

O'tkazilgan tadqiqotlar va epidemiologik jarayonlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, infeksiyon kasalliklarni matematik modellashtirish orqali bashorat qilish zamonaviy tibbiyot va sog'liqni saqlash menejmentining eng samarali strategik vositalaridan biridir. SIR va SEIR kabi klassik modellarning qo'llanilishi shunchaki statistik ko'rsatkichlarni jamlash emas, balki kasallik tarqalishining ichki mexanizmlarini chuqur anglash, uning cho'qqi nuqtalarini aniqlash va epidemik zanjirning davomiyligini ilmiy asosda prognoz qilish imkonini beradi. Bashoratlar yordamida olingan ma'lumotlar sog'liqni saqlash tizimi resurslarini-shifoxonalardagi o'rinlar soni, dori-darmon zaxiralari va tibbiy xodimlar taqsimotini optimallashtirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Shu bilan birga, modellashtirish jarayoni turli preventiv choralarining, jumladan, karantin cheklolvari, ijtimoiy masofalanish va ommaviy emlash tadbirlarining samaradorligini virtual muhitda sinab ko'rish imkonini beradi. Bu esa davlat miqyosida qabul qilinadigan qarorlarning ijtimoiy-iqtisodiy xavflarini kamaytiradi. Xulosa qilib aytganda, matematik modellashtirish ko'nikmalarining tibbiy amaliyotga keng integratsiyalashuvi bo'lajak mutaxassislarining tahliliy salohiyatini oshiradi. Kelajakda sun'iy intellekt, katta ma'lumotlar va matematik algoritmlarning o'zaro sintezi nafaqat mavjud infeksiyalarni jilovlashda, balki yuzaga kelishi mumkin bo'lgan global pandemiyalarning oldini olish va aholi salomatligini muhofaza qilishda asosiy ilmiy tayanch bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. **O'zbekiston Respublikasining Qonuni.** "Aholining sanitariya-epidemiologik osoyishtaligi to'g'risida"gi O'RQ-393-sonli Qonuni. Toshkent, 2015-yil.
2. **Brauer, F., Castillo-Chavez, C., & Feng, Z.** *Mathematical Models in Epidemiology*. Springer Nature, 2019. – 510 p.
3. **Anderson, R. M., & May, R. M.** *Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control*. Oxford University Press, 1991. – 768 p. (Klassik manba).
4. **Martcheva, M.** *An Introduction to Mathematical Epidemiology*. Springer, 2015. – 450 p.
5. **Vasilieva, L.Y.** *Matematicheskoye modelirovaniye v epidemiologii*. Moskva: "Visshaya shkola", 2010. – 230 s.
6. **Kuchkarov, A.S., & Alimov, N.H.** "Epidemiologik jarayonlarni bashorat qilishda SIR va SEIR modellarining qiyosiy tahlili". *O'zbekiston matematika jurnali*, 2021. №2. 12-18-betlar.