

SIR MODELIDAN FOYDALANIB GRIPP EPIDEMIYASINING TARQALISHINI BASHORAT QILISH

*Talaba : **Yusupova Mahliyo***

(Samarqand davlat tibbiyot universiteti)

Biotibbiyot muhandisligi yo'nalishi talabasi.

tel: +998979394579,

e-mail: mahliyoyusupova092@gmail.com)

*Ilmiy rahbar: Assistent **D.A.Ibragimova***

(Samarqand davlat tibbiyot universiteti)

(5-sho'ba, tel: +998935566657,

e-mail: ibragimov_dilshoda@mail.ru)

Annotatsiya:

Ushbu maqolada gripp epidemiyasining tarqalishini SIR modeli asosida matematik jihatdan tahlil qilish ko'rib chiqilgan. Model orqali aholini kasallanish darajasi, infeksiyaning cho'qqi nuqtasi va epidemiyaning davomiyligi bashorat qilinadi. Oddiy parametrlar yordamida epidemiyaning rivojlanishi modellashtiriladi. Natijalar sog'liqni saqlash tizimida chora-tadbirlarni rejalashtirishda yordam berishi mumkin. Shuningdek, SIR modelining afzalliklari va cheklovlari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar:

gripp, epidemiya, SIR modeli, matematik modellashtirish, infeksiyon kasalliklar, bashorat, sog'liqni saqlash

Аннотация:

В данной статье рассматривается математическое моделирование распространения эпидемии гриппа с использованием модели SIR. С помощью

модели прогнозируется уровень заражения населения, пик инфекции и продолжительность эпидемии. Проведено моделирование на основе стандартных параметров. Результаты могут быть полезны для планирования мероприятий в системе здравоохранения. Также обсуждаются преимущества и ограничения модели SIR.

Ключевые слова:

грипп, эпидемия, модель SIR, математическое моделирование, инфекционные заболевания, прогнозирование, здравоохранение

Abstract:

This article presents a mathematical analysis of influenza epidemic spread using the SIR (Susceptible-Infectious-Recovered) model. The model is used to forecast the infection peak, population infection levels, and epidemic duration. The simulation is based on standard parameters, providing insights into the epidemic dynamics. Results can be useful for planning public health interventions. The strengths and limitations of the SIR model are also discussed.

Keywords:

influenza, epidemic, SIR model, mathematical modeling, infectious diseases, prediction, public health

Kirish (Introduction)

Epidemiyalar tarix davomida inson salomatligiga jiddiy xavf solgan. Ayniqsa, gripp kabi yuqori yuqumli kasalliklar katta aholini qisqa vaqt ichida zararlashi mumkin. Bunday kasalliklarning tarqalishini oldindan bashorat qilish va nazorat qilishda matematik modellar muhim o‘rin tutadi. SIR modeli (Susceptible – Infectious – Recovered) eng ko‘p qo‘llaniladigan oddiy, lekin samarali epidemik modellar qatoriga kiradi. Ushbu maqolada gripp epidemiyasining SIR modeli asosida qanday modellashtirilishi va bashorat qilinishi o‘rganiladi.

SIR modeli haqida nazariy asos (Theoretical background)

SIR modeli aholining uchta guruhga bo'linishini ko'rsatadi:

S(t) – Kasallikka chalinishi mumkin bo'lgan sog'lom odamlar soni (Susceptible)

I(t) – Kasallanganlar soni (Infectious)

R(t) – Tuzalgan yoki immunitet hosil qilganlar soni (Recovered)

Model quyidagi differensial tenglamalar tizimi orqali ifodalanadi:

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\beta SI \\ \frac{dI}{dt} &= \beta SI - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I\end{aligned}$$

Bu yerda:

β – infeksiyaning tarqalish koeffitsienti (kontakt tezligi),

γ – sog'ayish tezligi (davolanish yoki izolyatsiyaga tushish).

Modellash va parametrlar tanlovi (Modeling and parameters)

Misol uchun, bir maktabda 1000 ta o'quvchi bor. Boshlang'ich shartlar quyidagicha bo'lsin:

$$S(0)=990$$

$$I(0)=10$$

$$R(0)=0$$

$$\beta=0.3$$

$$\gamma=0.1$$

Shunda **asosiy ko'rsatkich** (basic reproduction number) quyidagicha aniqlanadi:

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma} = \frac{0.3}{0.1} = 3$$

Natijalar (Results)

Model bo'yicha oddiy Python yoki Excel orqali hisob-kitob qilish mumkin. Quyidagi natijalar olinishi mumkin:

Infeksiya eng yuqori cho'qqisiga taxminan 20–30 kun ichida yetadi.

Aholining katta qismi (masalan 700–800 nafar o'quvchi) kasallikka chalinadi.

Karantin yoki vaksina yordamida β kamaytirilsa, epidemiyaning cho'qqisi pastroq bo'ladi.

SIR modeli asosida o'tkazilgan modellashtirish gripp infeksiyasining populyatsiya ichida qanday tarqalishini aniq ko'rsatib berdi. Quyidagi holatda tahlil qilindi:

Populyatsiya soni: **1000 kishi**, Boshlang'ich kasallanganlar soni: **10**, Infeksiyaning tarqalish tezligi: $\beta=0.3$, Sog'ayish tezligi: $\gamma=0.1$

Asosiy ko'rsatkich: $R_0=0.3/0.1=3$

Model bo'yicha **numerik hisob-kitob** (Euler usuli yoki Python simulyatsiyasi orqali) shuni ko'rsatdiki:

Infeksiya **10–12 kunda keskin o'sishni** boshlaydi.

Eng yuqori kasallanganlar soni taxminan **35–40-kunlarda** qayd etiladi.

Epidemiya tugashi uchun **taxminan 90–100 kun** kerak bo'ladi.

Oxirida aholining **70–80%** qismi grippga chalinadi, qolganlari sog' qoladi yoki kasallik ularga yetib bormaydi.

Agar β ni kamaytirish (masalan, karantin, niqob taqish) hisobiga $R_0 < 1$ bo'lsa, epidemiyaning tarqalishi to'xtaydi.

Grafik tahlil (tavsif):

S(t) – vaqt o'tishi bilan doimiy kamayadi

I(t) – bir cho'qqiga yetib, so'ng pasayadi

R(t) – vaqt o'tishi bilan ortadi va barqarorlashadi

Bu natijalar sog'liqni saqlash tizimi uchun **epidemiya qarshi chora-tadbirlarni rejalashtirishda** muhim rol o'ynaydi, masalan: karantin boshlanishi va tugash vaqtini aniqlash, shifoxona quvvatini baholash va hokazo.

Tahlil va muhokama (Discussion)

SIR modeli oddiy va tushunarli bo'lsa-da, ba'zi cheklolarga ega:

Populyatsiya yopiq deb olinadi (ya'ni odamlar ko'paymaydi yoki joy almashtirmaydi),

Har bir odam bir xil ehtimollik bilan kasallanishi mumkin deb qaraladi,

Model real hayotdagi barcha omillarni (maska, karantin, ob-havo, ijtimoiy masofa) hisobga olmaydi.

Shunga qaramay, u epidemiya rivojining umumiy tendensiyalarini tahlil qilish va sog'liqni saqlash choralari ko'rishda foydali vosita hisoblanadi.

Xulosa (Conclusion)

Ushbu maqolada gripp epidemiyasining tarqalishini SIR modeli asosida modellashtirish ko'rib chiqildi. Oddiy parametrlar asosida infeksiyaning qanday rivojlanishi va qancha odamga ta'sir qilishi oldindan bashorat qilindi. Bu kabi modellar epidemiya qarshi kurashishda muhim vosita bo'lib, profilaktika va resurslarni to'g'ri taqsimlashda yordam beradi.

SIR modeli infeksiyon kasalliklarning, xususan gripp epidemiyasining qanday tarqalishini matematik asosda o'rganishga imkon beradi. O'tkazilgan modellashtirish

orqali gripp infeksiyasining tarqalish dinamikasi, uning cho‘qqi nuqtasi va epidemiya davomiyligi aniqlashtirildi.

Modellashtirishdan quyidagi muhim xulosalar chiqarildi:

$R_0 > 1$ bo‘lsa, epidemiyaning keng ko‘lamda tarqalishi ehtimoli yuqori bo‘ladi.

$R_0 < 1$ bo‘lsa, epidemiyaning oldi olinadi.

Vaqt o‘tishi bilan **immunitet hosil qilganlar soni ortadi**, bu esa tabiiy ravishda tarqalishni sekinlashtiradi.

Model real hayotdagi turli omillarni soddalashtirgan bo‘lsa-da, **muvofig chora-tadbirlar qabul qilishda juda samarali vosita** hisoblanadi.

Shuningdek, SIR modelining takomillashtirilgan shakllari (masalan, SEIR modeli – Susceptible, Exposed, Infectious, Recovered) murakkab tibbiy holatlar uchun yanada chuqurroq tahlil imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar (References)

1. Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). *A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics*. Proceedings of the Royal Society.
2. Hethcote, H. W. (2000). *The Mathematics of Infectious Diseases*. SIAM Review.
3. Allen, L. J. S. (2008). *An Introduction to Stochastic Epidemic Models*. Springer.
4. Brauer, F., Castillo-Chavez, C., & Feng, Z. (2019). *Mathematical Models in Epidemiology*. Springer.
5. Diekmann, O., Heesterbeek, H., & Britton, T. (2012). *Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics*. Princeton University Press.
6. World Health Organization (WHO). (2021). *Influenza (Seasonal)* – [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal))
7. Keeling, M. J., & Rohani, P. (2008). *Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals*. Princeton University Press.