

Амсилаи SEIHR

Дар ин SEIHR аҳоли ба шаш гуруҳ тақсим мекунад:

S - шахсони солим (аз забони англисӣ susceptible),

E – мубтало шудагон ё одамони давраи инкубатсионӣ (аз забони англисии exposed),

I – сироятшудагон (аз забони англисӣ infected),

H - дар беморхона бистарӣ (аз забони англисӣ hospitalized),

F - дафн нашудагон (аз забони англисӣ funeral),

R - солимгаштагон (аз забони англисӣ removed).

Ин моделро аввалин бор олимони Донишгоҳи Пьера ва Мари Кюри пешниҳод кардаанд, ва ин модел паҳншавии эпидемияро дақиқ тасвир мекунад, зеро ин модел, қариб ҳамаи гурӯҳҳои одамонро дар бар мегирад.

Ҳар як гуруҳи популятсияи моделро дида мебароем:

· $S(t)$ барои ифодаи шумораи шахсони солим (осебпазир)-ро дар вақти t истифода мешавад.

· $E(t)$ барои нишон додани шумораи шахсон, бемор ё ба бемори мубталолудагонро дар вақти t истифода мешавад.

· $I(t)$ барои нишон додани шумораи шахсони сироятёфта, ки қобили паҳн кардани беморию доранд дар вақти t истифода мешавад.

· $H(t)$ барои ифодаи шумораи шахсоне, ки дар беморхонаҳо ҳастан дар вақти t истифода мешавад.

· $F(t)$ барои ифодаи шумораи шахсоне, ки ҷавидаанд, аммо ҳанӯз дафн нашудаанд, дар як лаҳзаи вақти t истифода мешавад.

· $R(t)$ барои ифодаи шахсоне, ки дар натиҷаи саломатшавӣ ё марг беморию аз сар гузарониданд дар вақти t истифода мешавад.

Дар бемории эбола гуруҳи F аҳамияти калон дорад. Яке аз омилҳои зуд паҳн шудани беморӣ дар Африқои Ғарбӣ маросимҳои дафни маҳаллӣ мебошад, ки дар он одамон бо ҳасади ғавтида робитаи мустақим доранд, ва ин барои мубталошавии вируси эбола сабаб мешавад.

Агар шахсони солим бо шахсони аз гуруҳи сироятёфтагон рафту омади наздик кунанд онҳо низ метавонанд ба гуруҳи мубталошудагон гузарад ва пас аз давраи инкубатсионии беморӣ ба синфи сироятёфтагон гузарад. Қисми сироятшудагон метавонанд дар беморхона бистарӣ карда шаванд ва ба гуруҳи бистаришудагон гузарад.

Амсилаи SEIHFIR-ро бо муодилаҳои дифференсиалии зерин ифода кардан мумкин аст:

$$\begin{aligned}\frac{dS(t)}{dt} &= -\frac{1}{N}(\beta_I S(t)I(t) + \beta_H S(t)H(t) + \beta_F S(t)F(t)) \\ \frac{dE(t)}{dt} &= \frac{1}{N}(\beta_I S(t)I(t) + \beta_H S(t)H(t) + \beta_F S(t)F(t)) - \alpha E(t) \\ \frac{dI(t)}{dt} &= \alpha E(t) - (\gamma_H \theta_1 + \gamma_I (1 - \theta_1)(1 - \delta_1) + \gamma_D (1 - \theta_1)\delta_1)I(t) \\ \frac{dH(t)}{dt} &= \gamma_H \theta_1 I(t) - (\gamma_{DH} \delta_2 + \gamma_{IH} (1 - \delta_2))H(t) \\ \frac{dF(t)}{dt} &= \gamma_D (1 - \theta_1)\delta_1 I(t) + \gamma_{DH} \delta_2 H(t) - \gamma_F F(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \gamma_I (1 - \theta_1)(1 - \delta_1)I(t) + \gamma_{IH} (1 - \delta_2)H(t) + \gamma_F F(t)\end{aligned}$$

Дар ин ҷо

β_I - коэффисенти робитаи одамон дар ҷомеа

β_H – коэффисенти робитаи одамон дар беморхонаҳо

β_F – коэффисенти робитаи одамон дар маросимҳои дафн

$1/\alpha$ – давомнокии миёнаи инкубатсионӣ

$1/\gamma_H$ - давомнокии миёнаи давраи аз пайдоиши нишонаҳои аввал то бистарӣ шудан

$1/\gamma_{DH}$ - давомнокии миёнаи давраи аз бистарӣ шудан то марг

$1/\gamma_I$ - давомнокии миёнаи давраи инкубатсионии барои шахсони солимшуда

$1/\gamma_D$ - давомнокии миёнаи давраи инкубатсионии барои шахсони фавтидагон

$1/\gamma_{IH}$ - давомнокии миёнаи давраи аз бистарӣ шудан то саломатшавӣ;

$1/\gamma_F$ - давомнокии миёнаи давраи аз фавт то дафн

θ - ҳиссаи бистарӣ шудан ба беморхонаҳо

δ – коэффисенти фавт

Коэффисентҳои θ_1 , δ_1 , δ_2 бо чунин формула ёфт мешаванд:

$$\theta_1 = \frac{\theta(\gamma_I (1 - \delta_1) + \gamma_D \delta_1)}{\theta(\gamma_I (1 - \delta_1) + \gamma_D \delta_1) + (1 - \theta)\gamma_H}$$
$$\delta_1 = \frac{\delta\gamma_I}{\delta\gamma_I + (1 - \delta)\gamma_D}, \delta_2 = \frac{\delta\gamma_{IH}}{\delta\gamma_{IH} + (1 - \delta)\gamma_{DH}}$$

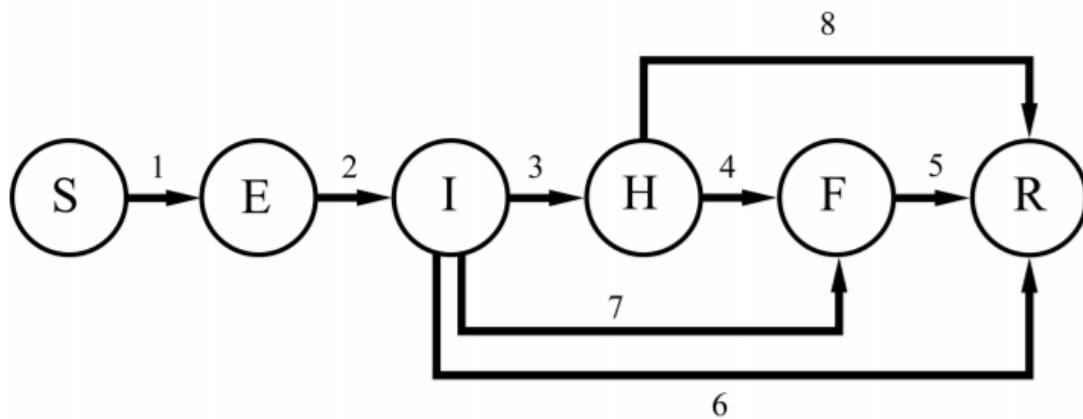
Дар аввали вақт $t=0$ шартҳои аввала чунин мебошад:

$$S(0) = S_0 > 0, E(0) = E_0 > 0, I(0) = I_0 > 0,$$

$$H(0) = H_0 > 0, F(0) = F_0 > 0, R(0) = R_0 > 0$$

Дар ин ҳолат популятсия дар лаҳзаи вақти t ба N баробар мешавад яъне $S(t) + E(t) + I(t) + H(t) + F(t) + R(t) = constant = N$

Сохтори ин амсилаи додашударо бо чунин блок-схемаҳо тасвир намудан мумкин аст(расми 1) ва гузаришҳои онра дар ҷадвали 1 дида метавонем.



Расми 1. Нақшаи умумии амсилаи SEIHDR

№	Гузариш	Суръати гузариш
1	$(S, E) \rightarrow (S - 1, E + 1)$	$(\beta_I SI + \beta_H SH + \beta_F SF)/N$
2	$(E, I) \rightarrow (E - 1, I + 1)$	αE
3	$(I, H) \rightarrow (I - 1, H + 1)$	$\gamma_H \theta_1 I$
4	$(H, F) \rightarrow (H - 1, F + 1)$	$\gamma_{DH} \delta_2 H$
5	$(F, R) \rightarrow (F - 1, R + 1)$	$\gamma_F F$
6	$(I, R) \rightarrow (I - 1, R + 1)$	$\gamma_I (1 - \theta_1)(1 - \delta_1) I$
7	$(I, F) \rightarrow (I - 1, F + 1)$	$\delta_1 (1 - \theta_1) \gamma_D I$
8	$(H, R) \rightarrow (H - 1, R + 1)$	$\gamma_{IH} (1 - \delta_2) H$

Ҷадвали 1. Гузаришҳои амсила

Ҷадвали параметрҳо барои моделҳо:

Номи параметр	Минтақаи А	Минтақаи Б
коэффисенти робитаи одамон дар ҷомеа	0.128	0.160
коэффисенти робитаи одамон дар беморхонаҳо	0.080	0.062
коэффисенти робитаи одамон дар маросимҳои дафн	0.111	0.489

давомнокии миёнаи инкубатсионӣ	10 руз	12 руз
давомнокии миёнаи давраи аз пайдоиши нишонаҳои аввал то бистарӣ шудан	4.12 руз	3.24 руз
давомнокии миёнаи давраи аз бистарӣ шудан то ғавт	6.26 руз	10.07 руз
давомнокии маросимҳои дағн	4.5 руз	2.01 руз
давомнокии миёнаи давраи инкубатсионии барои шахсони солимшуда	20 руз	15 руз
давомнокии миёнаи давраи инкубатсионии барои шахсони ғавтидагон	10.38 руз	13.31 руз
давомнокии миёнаи давраи аз бистарӣ шудан то саломатшавӣ	15.88 руз	15.88 руз
коэффисенти ғавт	87%	57%
δ_1	0.777	0.54
δ_2	0.725	0.457
ҳиссаи бистарӣ шудан ба беморхонаҳо	41.2%	51.6%
θ_1	0.197	0.197
давомнокии миёнаи ҳаёт	45.6 сол	60 сол
Аҳоли	6.38 млн	4.45 млн