

## מטלה 12 אלגוריתמים כלכליים

### שאלה 2: ההסתברות להישאר בחיים

בשאלה זו הניחו, שכל אחד מארבעת סוגי-הדם העיקריים (O, A, B, AB) מופיע באוכלוסיה באותה שכיחות (25%). כמו כן הניחו, שהתאמה בין תורם לחולה תלויה רק בסוג-הדם. הניחו גם, שלכל חולה יש תורם אחד בדיוק, המוכן לתרום כליה כדי לעזור לו.

א. מה ההסתברות של חולה לקבל כליה מתאימה, ללא החלפת כליות?

ב. מה ההסתברות של חולה לקבל כליה מתאימה, כאשר יש החלפת כליות עם מעגלים באורך 2 בלבד?

\* ג. מה ההסתברות של חולה לקבל כליה מתאימה, כאשר יש החלפת כליות עם מעגלים באורך 2 או 3?

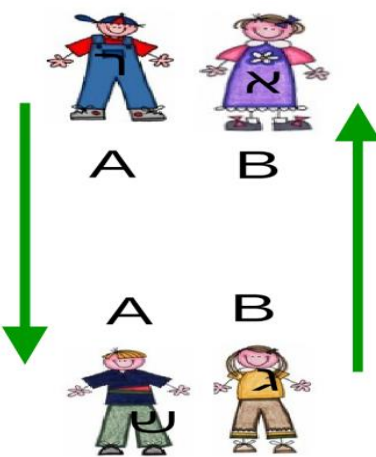
– ניתן לפתור כל אחד מהסעיפים באחת משתי דרכים לבחירתכם:

- דרך 1: חישוב תיאורטי של ההסתברות.
- דרך 2: הדמיה ממוחשבת: ביצוע מספר גדול של הגרלות וספירת החולים המקבלים כליה בכל הגרלה.

א. עבור כל סוג דם נחשב את המקרים הטובים חלקי המקרים הלא טובים:

- עבור סוג דם O:  $\left(\frac{4}{4}\right)$
- עבור סוג דם A:  $\left(\frac{2}{4}\right)$
- עבור סוג דם B:  $\left(\frac{2}{4}\right)$
- עבור סוג דם AB:  $\left(\frac{1}{4}\right)$

ב.



• עבור חולה סוג דם O:

תורם > נתרם V	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

$\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)$ : עבור תורם מסוג O

$\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)$ : עבור תורם מסוג A

$\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)$ : עבור תורם מסוג B

$\left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)$ : עבור תורם מסוג AB

נקבל בסה"כ:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right) + \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right) = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{9}{4}$

- עבור חולה מסוג דם A:

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור תורם מסוג O:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג AB:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{9}{8}$$

נקבל בסה"כ:  $\frac{9}{8}$

- עבור חולה מסוג דם B:

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור תורם מסוג O:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג AB:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) + \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right) = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{9}{8}$$

נקבל בסה"כ:  $\frac{9}{8}$

- עבור חולה מסוג דם AB:

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור תורם מסוג O:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

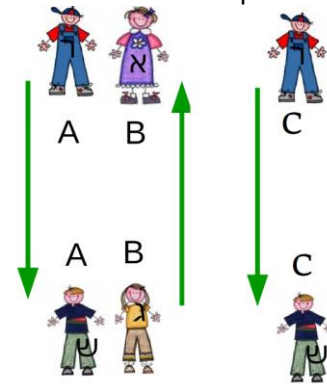
עבור תורם מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)$

עבור תורם מסוג AB:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right) = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{9}{16}$$

נקבל בסה"כ:  $\frac{9}{16}$

ג. עבור המקרה הנל:



• עבור חולה מסוג דם O:

נדרש > תורם V	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור חולה מסוג O, ותורם מסוג O

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{O חולה מסוג O}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{A חולה מסוג A}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{B חולה מסוג B}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{AB חולה מסוג AB}$$

עבור חולה מסוג O, ותורם מסוג A:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{O חולה מסוג O}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{A חולה מסוג A}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{B חולה מסוג B}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{AB חולה מסוג AB}$$

עבור חולה מסוג O, ותורם מסוג B:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{O חולה מסוג O}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{A חולה מסוג A}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{B חולה מסוג B}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{AB חולה מסוג AB}$$

עבור חולה מסוג O, ותורם מסוג AB:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{O חולה מסוג O}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{A חולה מסוג A}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{B חולה מסוג B}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{4}{4}\right)\right): \text{AB חולה מסוג AB}$$

• עבור חולה מסוג דם A:

נדרש > תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור חולה מסוג A, ותורם מסוג O

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{O מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{A מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{B מסוג}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{AB מסוג}$$

עבור חולה מסוג A, ותורם מסוג A:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{O מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{A מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{B מסוג}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{AB מסוג}$$

עבור חולה מסוג A, ותורם מסוג B:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{O מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{A מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{B מסוג}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{AB מסוג}$$

עבור חולה מסוג A, ותורם מסוג AB:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{O מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{A מסוג}$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{B מסוג}$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): \text{AB מסוג}$$

• עבור חולה מסוג דם B:

נתרם > תורם V	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור חולה מסוג B, ותורם מסוג O

וחולה מסוג O:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

חולה מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

חולה מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

חולה מסוג AB:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

עבור חולה מסוג B, ותורם מסוג A:

וחולה מסוג O:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

חולה מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג AB:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

עבור חולה מסוג B, ותורם מסוג B:

וחולה מסוג O:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג AB:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

עבור חולה מסוג B, ותורם מסוג AB:

וחולה מסוג O:  $\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג A:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג B:  $\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

וחולה מסוג AB:  $\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right)$

• עבור חולה מסוג דם AB:

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

נותרם > V תורם	O	A	B	AB
O	כן	כן	כן	כן
A	לא	כן	לא	כן
B	לא	לא	כן	כן
AB	לא	לא	לא	כן

עבור חולה מסוג AB, ותורם מסוג O

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): O \text{ מסוג } O$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): A \text{ מסוג } A$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): B \text{ מסוג } B$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): AB \text{ מסוג } AB$$

עבור חולה מסוג AB, ותורם מסוג A:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): O \text{ מסוג } O$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): A \text{ מסוג } A$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): B \text{ מסוג } B$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): AB \text{ מסוג } AB$$

עבור חולה מסוג AB, ותורם מסוג B:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): O \text{ מסוג } O$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): A \text{ מסוג } A$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): B \text{ מסוג } B$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2}{4} \cdot \frac{2}{4}\right)\right): AB \text{ מסוג } AB$$

עבור חולה מסוג AB, ותורם מסוג AB:

$$\left(\frac{4}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)\right): O \text{ מסוג } O$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)\right): A \text{ מסוג } A$$

$$\left(\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)\right): B \text{ מסוג } B$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)\right): AB \text{ מסוג } AB$$