# סטטיסטיקה

# תוכן העניינים

1. סטטיסטיקה תיאורית-הקדמה ..... 1
2. סטטיסטיקה תיאורית- הצגה של נתונים ..... 4
3. סטטיסטיקה תיאורית- סכימה ..... 12
4. סטטיסטיקה תאורית- מדדי מרכז (ללא ספר) ..... 
5. סטטיסטיקה תיאורית - מדדי פיזור - הטווח, השונות וסטיית התקן ..... 16
6. סטטיסטיקה תיאורית- מדדי מיקום יחסי-ציון תקן ..... 19
7. סטטיסטיקה תיאורית שאלות אמריקאיות ..... 21
8. יסודות ההסתברות ..... 27
9. התפלגויות רציפות מיוחדות - התפלגות נורמלית ..... 31

# סטטיסטיקה

## פרק 1 - סטטיסטיקה תיאורית-הקדמה

### תוכן העניינים

1. כללי ..... 1

# סטטיסטיקה תיאורית – הקדמה:

## רקע:

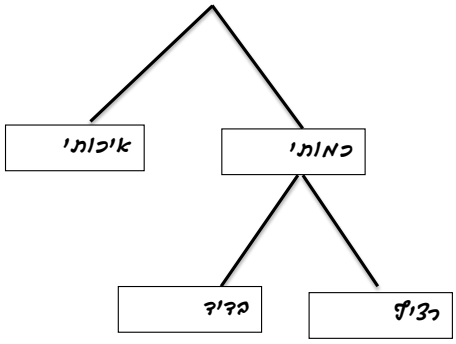
בסטטיסטיקה תיאורית אנו חוקרים קבוצה מסוימת, שיכולה להיות קבוצת ילדים בגן, קבוצת מניות בתיק, כלל התושבים בעיר מסוימת וכולי.
בין ישות לישות בקבוצה ישנם גורמים היכולים לקבל מספר ערכים. גורמים אלה נקראים משתנים. למשל, בין מניה למניה בתיק משתנה התשואה היומית של המניה, הוותק של המניה, תחום המניה וכדומה.
בסטטיסטיקה תיאורית אנחנו נתבונן בקבוצה מסוימת ובתוך הקבוצה הזו נאסוף נתונים לגבי משתנה מסוים ונלמד להציג את הנתונים ולנתח אותם מכל מיני אספקטים.

**דוגמה:**

בתיק מניות 10 מניות. מנהל התיק פרסם את התשואה של כל מניה בשנת 2011.

1) מי הקבוצה הנחקרת?
2) מה גודל הקבוצה?
3) מה המשתנה הנחקר?

**סוגי משתנים:**




**משתנה איכותי**

משתנה שלערכיו אין משמעות של יותר או פחות, אין עניין כמותי לערכים המתקבלים.
כמו: מקום מגורים של אדם (רעננה, תל אביב, אשדוד..), מין האדם (זכר, נקבה) ומצב משפחתי (רווק, נשוי, גרוש, אלמן).


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**משתנה כמותי**

משתנה שערכיו הם מספרים, להם יש משמעות כמותית כמו: גובה אדם בס"מ, ציון בבחינה וכדומה.
את המשתנה הכמותי נסווג לשני סוגים:

1. משתנה בדיד – משתנה שערכיו מתקבלים מתוך סידרה של ערכים אפשריים. כמו: מספר ילדים למשפחה (1,2,3..) וציון בבחינה (מ-0 ועד 100 בקפיצות של 1).

2. משתנה רציף – משתנה שערכיו מתקבלים מתוך אינסוף ערכים בתחום מסוים. הערכים מתקבלים ברצף וללא קפיצות של ערכים. כמו: גובה בס"מ – אם למשל, הגובה הנמוך ביותר הוא 150 ועד 190 ס"מ בקבוצה הגבהים הם ברצף. גם בין 160 ל-161 ס"מ יש רצף אינסופי של ערכים אפשריים לגובה (160.33 ס"מ הוא גם גובה אפשרי), משקל בק"ג, מהירות בקמ"ש וכולי.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** סווגו את המשתנים הבאים לפי: איכותי / כמותי בדיד / כמותי רציף:

א. מספר הדירות בבניין.

ב. גיל אדם בשנים.

ג. אחוז האבטלה בעיר.

ד. מקצוע לימוד מועדף.

**2)** להלן התפלגות מספר האיחורים לעבודה בחודש של העובדים בחברת "סטארר":

| מספר האיחורים | מספר העובדים |
|---|---|
| 0 | 17 |
| 1 | 23 |
| 2 | 85 |
| 3 | 50 |
| 4 | 25 |

בחברה 200 עובדים.

א. מהו המשתנה הנחקר כאן?

ב. האם מדובר במשתנה איכותי או כמותי ?
אם הוא כמותי האם הוא בדיד או רציף?

**3)** להלן רשימה של משתנים כמותיים, ציינו ליד כל אחד אם הוא רציף או בדיד:

א. שכר עובד ב-₪.

ב. ציון בחינת בגרות.

ג. תוצאה בהטלת קובייה.

ד. מהירות ריצה בתחרות.

ה. שיעור התמיכה בממשלה.

## תשובות סופיות:

**1)** א. כמותי בדיד. ב. כמותי רציף. ג. כמותי רציף.
ד. איכותי.

**2)** א. מספר איחורים. ב. כמותי בדיד.

**3)** א. רציף. ב. בדיד. ג. בדיד.
ד. רציף. ה. רציף.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 2 - סטטיסטיקה תיאורית- הצגה של נתונים

### תוכן העניינים

1. כללי ..... 4

# סטטיסטיקה תיאורית – הצגה של נתונים:

## רקע:

דרכים להצגת נתונים שנאספו:

### רשימה של תצפיות:

התצפית היא הערך שנצפה עבור ישות מסוימת בקבוצה. רושמים את התצפיות שהתקבלו כרשומה, יעיל שיש מספר מועט של תצפיות. ההצגה הזו רלבנטית לכל סוגי המשתנים. למשל, להלן מספר החדרים בבניין בן 5 דירות: 4, 5, 3, 4, 3.

### טבלת שכיחויות בדידה:

| שם המשתנה- $X$ | שכיחות – $f(x)$ | שכיחות יחסית באחוזים |
|---|---|---|
| $X_1$ | $f_1$ | $\frac{f_1}{N}\cdot 100$ |
| $X_2$ | $f_2$ | $\frac{f_2}{N}\cdot 100$ |
| $X_3$ | $f_3$ | $\frac{f_3}{N}\cdot 100$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| $X_k$ | $f_k$ | $\frac{f_x}{N}\cdot 100$ |
| **סה"כ** | $N=\sum_{i=1}^{k} f_i$ | 100% |

רושמים את התצפיות בטבלה שבה עמודה אחת מבטאת את ערכי המשתנה והשנייה את השכיחות. יעיל עבור משתנה איכותי וכמותי בדיד וכשיש מספר רב של תצפיות. לא יעיל למשתנה כמותי רציף.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**דוגמה:**

להלן התפלגות הציונים בכיתה מסוימת:

| הציון- $X$ | מספר התלמידים – השכיחות - $f$ | $F_i$ | $\frac{f_i}{n}$ |
|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 2 | 0.08=2/25 |
| 6 | 4 | 6 | 0.16=4/25 |
| 7 | 8 | 14 | 0.32=8/25 |
| 8 | 5 | 19 | 0.2=5/25 |
| 9 | 4 | 23 | 0.16=4/25 |
| 10 | 2 | 25 | 0.08=2/25 |

שכיחות מצטברת – צבירה של השכיחויות.

השכיחויות $F_i$ – השכיחות המצטברת נותנת כמה תצפיות קטנות או שוות לערך.

שכיחות יחסית (פרופורציה) – השכיחות מחולקת לכמות התצפיות הכללי:

$\frac{f_i}{n}$ – איזה חלק מהתצפיות בקבוצה שוות לערך.

**טבלת שכיחויות במחלקות:**

משתמשים שהמשתנה כמותי רציף או כאשר יש מספר ערכים רב במשתנה הבדיד וטבלת שכיחויות תהיה ארוכה מידי.

**דוגמה:**

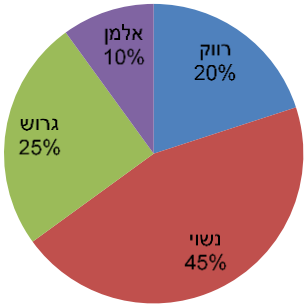
נתנו לקבוצת ילדים לבצע משימה, בדקו את התפלגות זמן הביצוע, בדקות.
להלן ההתפלגות שהתקבלה:

| זמן בדקות | מספר הילדים |
|---|---|
| 0.5-3.5 | 20 |
| 3.5-9.5 | 18 |
| 9.5-19.5 | 14 |
| 19.5-29.5 | 8 |


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

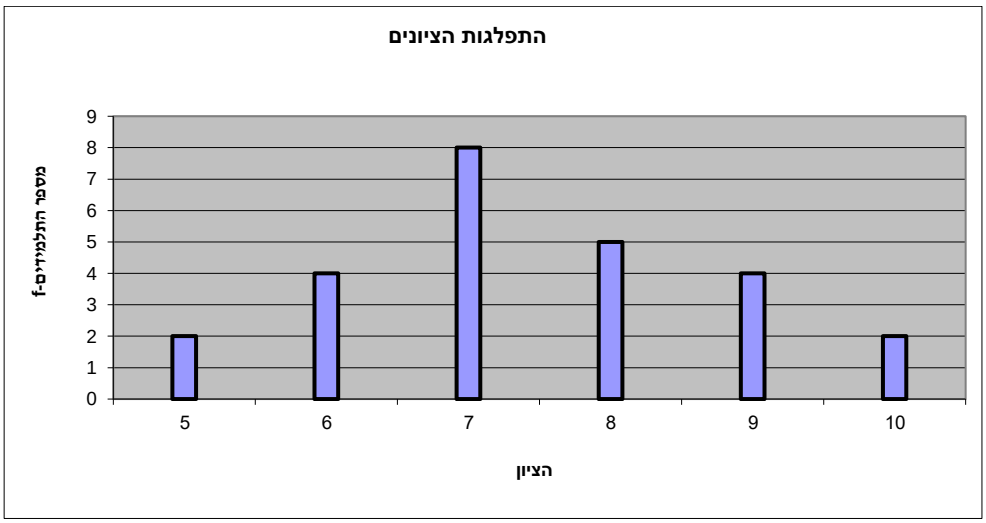
**דיאגרמת עוגה:**

זהו התיאור הגרפי של משתנה איכותי. בדיאגראמת עוגה כל ערך במשתנה מקבל "נתח", שהוא פרופורציונלי לשכיחות היחסית של ערך המשתנה בנתונים.




**דיאגרמת מקלות:**

הציר האופקי הוא הציר של המשתנה והציר האנכי של השכיחות, כך שהגובה של המקל מעיד על השכיחות. רלבנטי למשתנה כמותי בדיד. לא נהוג להשתמש בתיאור למשתנה איכותי וכמו כן לא למשתנה כמותי רציף, וכן בסולמות מדידה עבור משתנה מסולם סדר.



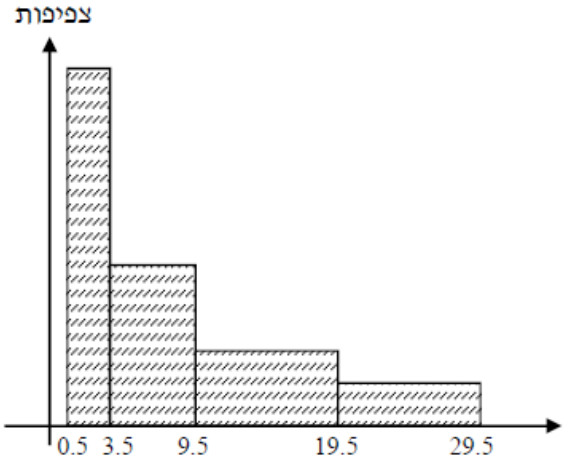


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**היסטוגרמה:**

היסטוגרמה היא הדרך הגרפית כדי לתאר טבלת שכיחויות במחלקות, והיא רלוונטית למשתנה כמותי רציף.
בהיסטוגרמה הציר האופקי הוא הציר של המשתנה והציר האנכי הוא הציר של הצפיפות.
הצפיפות מחושבת בכל מחלקה על ידי חלוקת השכיחות ברוחב של כל המחלקה, והיא נותנת את מספר התצפיות הממוצע בכל מחלקה ליחדה. אם המחלקות הן שוות ברוחב, ניתן לשרטט את ההיסטוגרמה לפי השכיחות ואין צורך בצפיפות.

| $X$ | רוחב | אמצע | שכיחות | מצטברת | צפיפות |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 - 3.5 | 3 | 2 | 20 | 20 | 6.6667 |
| 3.5 - 9.5 | 6 | 6.5 | 18 | 38 | 3 |
| 9.5 - 19.5 | 10 | 14.5 | 14 | 52 | 1.4 |
| 19.5 - 29.5 | 10 | 24.5 | 8 | 60 | 0.8 |




**פוליגון – מצולעון:**

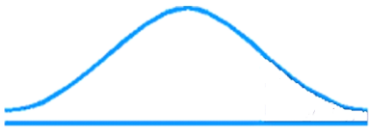
אם נחבר את אמצע קצה כל מלבן בקווים ישרים.
נותן מראה חזותי לצורה של התפלגות המשתנה.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**צורות התפלגות נפוצות:**

**התפלגות סימטרית פעמונית**

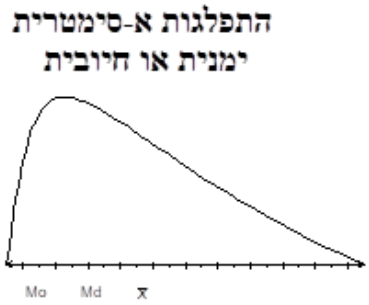
רוב התצפיות במרכז, וככל שנתרחק מהמרכז יהיו פחות תצפיות באופן סימטרי. לדוגמה, ציוני IQ.



ישנן התפלגויות סימטריות שאינן פעמוניות, כגון:

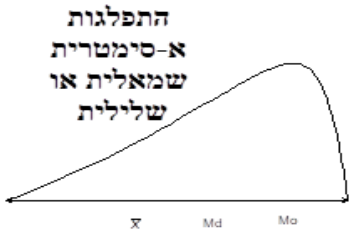
**התפלגות אסימטרית ימנית (חיובית)**

רוב התצפיות מקבלות ערכים נמוכים ויש מיעוט הולך וקטן של תצפיות שמקבלות ערכים גבוהים קיצוניים. לדוגמה, שכר במשק.




**התפלגות אסימטרית שמאלית (שלילית)**

רוב התצפיות מקבלות ערכים גבוהים ויש מיעוט הולך וקטן של תצפיות שמקבלות ערכים נמוכים קיצוניים. לדוגמה, אורך חיים.





© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** בסקר צפייה בטלוויזיה התקבלו התוצאות הבאות: 25 צפו בערוץ הראשון, 25 צפו בערוץ 10, 75 צפו בערוץ השני, 50 צפו באחד מערוצי הכבלים ו-25 לא צפו בטלוויזיה בזמן הסקר.

א. רשמו את טבלת השכיחות ואת השכיחות היחסית.

ב. תארו את הנתונים באופן גרפי.

**2)** להלן נתונים על התפלגות המקצוע המועדף של תלמידי שכבה ו' בבית הספר "מעוף":

| מספר התלמידים | המקצוע |
|---|---|
| 44 | מתמטיקה |
| 20 | תנ"ך |
| 12 | אנגלית |
| 26 | היסטוריה |

א. מהו המשתנה הנחקר?

ב. מהי פרופורציית התלמידים שמעדיפים תנ"ך?

**3)** להלן התפלגות ההשכלה במקום עבודה מסוים:

| מספר העובדים | השכלה |
|---|---|
| 60 | נמוכה |
| 120 | תיכונית |
| 20 | אקדמאית |

א. מהו המשתנה הנחקר?
מאיזה סולם הוא?

ב. תארו את הנתונים באופן גרפי.

**4)** להלן רשימת הציונים של 20 תלמידים שנבחנו במבחן הבנת הנקרא:
6, 5, 8, 7, 6, 9, 8, 6, 7, 6, 7, 8, 5, 4, 6, 10, 9, 8, 6, 7.

א. מהו המשתנה? האם הוא בדיד או רציף?

ב. תארו את הרשימה בטבלת שכיחויות.

ג. הוסיפו שכיחויות יחסיות לטבלה.

ד. תארו את הנתונים באופן גרפי.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## תשובות סופיות:

**1)** א. להלן טבלה:

| $x$ | $f(x)$ | $\frac{f(x)}{n}$ | % |
|---|---|---|---|
| **ערוץ 1** | 25 | $\frac{25}{200}$ | 12.5% |
| **ערוץ 10** | 25 | $\frac{25}{200}$ | 12.5% |
| **ערוץ 2** | 75 | $\frac{75}{200}$ | 37.5% |
| **כבלים** | 50 | $\frac{50}{200}$ | 25% |
| **לא צפו** | 25 | $\frac{25}{200}$ | 12.5% |
| **סה"כ** | 200 | 1 | 100% |

ב. עיין גרף מלא בסרטון הוידאו.

**2)** א. מקצוע מועדף.

ב. 19.6%.

**3)** א. משתנה נחקר: השכלה, סוג: סדר.

ב. עיין גרף מלא בסרטון הוידאו.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**4)** א. המשתנה: ציון, משתנה בדיד.
ד. עיין גרף מלא בסרטון הוידאו.

ב+ג. להלן טבלה:

| $x$ | $f(x)$ | $\frac{f(x)}{n}$ | % |
|---|---|---|---|
| **4** | 1 | $\frac{1}{20}$ | 5% |
| **5** | 2 | $\frac{2}{20}$ | 10% |
| **6** | 6 | $\frac{6}{20}$ | 30% |
| **7** | 4 | $\frac{4}{20}$ | 20% |
| **8** | 4 | $\frac{4}{20}$ | 20% |
| **9** | 2 | $\frac{2}{20}$ | 10% |
| **10** | 1 | $\frac{1}{20}$ | 5% |
| **סה"כ** | 20 | 20 | 100% |


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 3 - סטטיסטיקה תיאורית- סכימה

### תוכן העניינים

1. כללי ..... 12

# סטטיסטיקה תיאורית – סכימה:

## רקע:

בסטטיסטיקה ישנה צורת רישום מקובלת לסכום של תצפיות: $\sum_{i=1}^{n} X_i$.

נסביר את צורת הרישום על ידי הדוגמה הבאה:

| $i$ | $X_i$ |
|---|---|
| 1 | 5 |
| 2 | 0 |
| 3 | 1 |
| 4 | 3 |
| 5 | 2 |

(הסבר מלא מופיע בסרטונים באתר).


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** בבניין 5 דירות. לכל דירה רשמו את מספר החדרים שיש בדירה $(X)$,
ומספר הנפשות החיות בדירה $(Y)$. חשבו:

| מספר דירה | $X$ | $Y$ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 1 |
| 3 | 2 | 2 |
| 4 | 4 | 3 |
| 5 | 3 | 2 |

א. $\sum_{i=1}^{3} X_i$.

ב. $\sum_{i=1}^{5} Y_i$.

ג. $\sum_{i=1}^{4} X_i$.

ד. $\left(\sum_{i=1}^{4} X_i\right)^2$.

ה. $\sum X_i$.

ו. $\sum X_i Y_i$.

ז. $\sum(X_i)\sum(Y_i)$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**2)** נתון לוח ערכי המשתנים $X_i$ ו- $Y_i$, כאשר: $i=1,2,...,6$, ונתונים הקבועים: $a=2$, $b=5$. חשבו את הנוסחאות הבאות:

| $i$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_i$ | 3 | 2 | 4 | -2 | 1 | 4 |
| $Y_i$ | 2 | 0 | 0 | 1 | -5 | 2 |

א. $\sum_{i=1}^{4} y_i$.

ב. $\sum_{i=1}^{6} a$.

ג. $\sum_{i=1}^{6} x_i y_i$.

ד. $\sum_{i=1}^{6} (x_i + y_i)$.

ה. $\sum_{i=1}^{6} x_i + a$.

**3)** קבעו לכל זהות האם היא נכונה:

א. $\sum_{i=1}^{n} bX_i = b \cdot \sum_{i=1}^{n} X_i$.

ב. $\sum_{i=1}^{n} a = a \cdot n$.

ג. $\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2 = \sum_{i=1}^{n} X_i^2$.

**4)** נתון: $\sum_{i=1}^{10} X_i^2 = 1640$ , $\sum_{i=1}^{10} X_i = 80$.

חשבו: $\sum_{i=1}^{10} (X_i - 4)^2$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## תשובות סופיות:

**1)** א. 7. ב. 9. ג. 11. ד. 121.
ה. 14. ו. 27. ז. 126.

**2)** א. 3. ב. 12. ג. 7.
ד. 12. ה. 14.

**3)** א. נכונה. ב. נכונה. ג. לא נכונה.

**4)** 1160.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 4 - סטטיסטיקה תאורית- מדדי מרכז

### תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

# סטטיסטיקה

## פרק 5 - סטטיסטיקה תיאורית - מדדי פיזור - הטווח, השונות וסטיית התקן

תוכן העניינים

1. כללי ..... 16

# סטטיסטיקה תיאורית – מדדי פיזור – הטווח, השונות וסטיית התקן:

## רקע:

**המטרה:** למדוד את הפיזור של הנתונים, כלומר כמה הם רחוקים זה מזה ושונים זה מזה.

**הטווח / תחום (RANGE):**
ההפרש בין התצפית הגבוהה ביותר לנמוכה ביותר: $R = X_{\max} - X_{\min}$.

**שונות וסטיית תקן:**

שונות היא ממוצע ריבועי של הסטיות מהממוצע וסטיית התקן היא שורש של השונות.

עבור סדרת נתונים: $S_x^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n} - \bar{x}^2$.

**דוגמאות:**

**1)** נחשב את השונות של סדרת המספרים הבאה: 9, 4, 5.

עבור טבלת שכיחויות: $S_x^{\,2} = \frac{\sum(x-\bar{x})^2 f}{n} = \frac{\sum x^2 \cdot f}{n} - \bar{x}^2$.

**2)** להלן התפלגות הציונים בכיתה מסוימת בה ממוצע הציונים הוא 7.44.

| הציון $X$ | השכיחות $F$ | $x^2 \cdot F$ |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 50 |
| 6 | 4 | 144 |
| 7 | 8 | 392 |
| 8 | 5 | 320 |
| 9 | 4 | 324 |
| 10 | 2 | 200 |
| **סה"כ** | | **1430** |

$$S_x^{\,2} = \frac{\sum_x x^2 f(x)}{n} - \bar{x}^2 = \frac{1430}{25} - 7.44^2 = 1.8464$$

$$S = \sqrt{S_x^{\,2}} = \sqrt{1.8464} = 1.3588$$

כשיש מחלקות נעזר באמצע המחלקה כדי לחשב את השונות.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** להלן רשימת הציונים של 20 תלמידים שנבחנו במבחן הבנת הנקרא:
6, 5, 8, 7, 6, 9, 8, 6, 7, 6, 7, 8, 5, 4, 6, 10, 9, 8, 6, 7.
חשבו את השונות, סטיית התקן והטווח של הציונים.

**2)** להלן התפלגות מספר המכוניות למשפחה בישוב "הגורן":

| מספר מכוניות למשפחה | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| שכיחות | 65 | 150 | 220 | 140 | 55 |

א. חשבו סטיית התקן.

ב. חשבו את הטווח של הנתונים.

הקפידו להסביר לגבי כל סעיף מה משמעות התוצאה שקיבלתם.

**3)** בחברה העוסקת בטלמרקטינג בדקו עבור כל עובד את מספר שנות הוותק שלו. התקבל שממוצע שנות הוותק הוא 4 שנים וסטיית התקן היא שנתיים.

א. האם הממוצע יגדל/יקטן/לא ישתנה וסטיית התקן תגדל/תקטן/לא תשנה כאשר יתווספו שני עובדים עם וותק של 4 שנים להתפלגות?

ב. האם הממוצע יגדל/יקטן/לא ישתנה וסטיית התקן תגדל/תקטן/לא תשנה כאשר יתווספו שני עובדים אשר אחד עם וותק של 0 שנים והשני עם וותק של 8 שנים להתפלגות?

**4)** נתונה רשימה של 5 תצפיות, אך רק עבור 4 מהן נרשמו הסטיות שלהן מהממוצע: 2, 3, 2, -1. חשבו את השונות של חמש התצפיות.

**5)** בשכונה בדקו בכל דירה את מספר החדרים לדירה. בשכונה 200 דירות.

| מספר חדרים | פרופורציה |
|---|---|
| 1 | 0.1 |
| 2 | 0.2 |
| 3 | 0.4 |
| 4 | 0.15 |
| 5 | |

א. מה הממוצע של מספר החדרים לשכונה בדירה?

ב. חשבו את סטיית התקן של מספר החדרים לדירה.

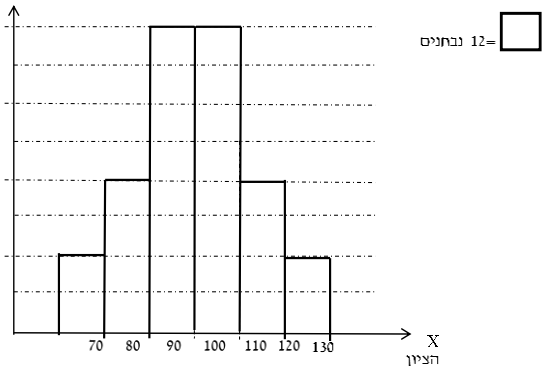
ג. חלק מבעלי הדירות בנות 2 החדרים הפכו את דירתם לדירת חדר. כיצד הדבר ישפיע (יקטין, יגדל, לא ישנה) על כל מדד שחישבתם בסעיפים הקודמים.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**6)** להלן התפלגות המשקל של קבוצה מסוימת בק"ג:
מהי סטיית התקן של התפלגות המשקל?

| משקל | מספר מקרים |
|---|---|
| 40-45 | 10 |
| 45-50 | 20 |
| 50-60 | 30 |
| 60-65 | 20 |
| 65-70 | 10 |

**7)** להלן התפלגות הציונים במבחן אינטליגנציה:




א. מה הממוצע ומה החציון של ההתפלגות?

ב. חשבו את סטיית התקן של הציונים.

ג. מסתבר שיש להוסיף 20 תצפיות לכל אחת משתי המחלקות 90-100 ו- 100-110. כיצד הדבר ישתנה את כל אחד מהמדדים של הסעיפים הקודמים?

## תשובות סופיות:

**1)** שונות: 2.19, סטיית תקן: 1.48, טווח: 6.

**2)** א. סטיית תקן: 1.106. ב. טווח: 4.

**3)** א. ממוצע לא ישתנה, סטיית התקן תקטן.

ב. ממוצע לא ישתנה, סטיית התקן תגדל.

**4)** 10.8.

**5)** א. 3.05. ב. 1.16. ג. ממוצע: יקטן, סטיית התקן: תגדל.

**6)** 7.73.

**7)** א. 100. ב. 12.96. ג. ממוצע: לא ישתנה, סטיית תקן: תקטן.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 6 - סטטיסטיקה תיאורית- מדדי מיקום יחסי-ציון תקן

תוכן העניינים

1. כללי ..... 19

# סטטיסטיקה תיאורית – מדדי מיקום יחסי – ציון תקן:

## רקע:

המטרה למדוד איך תצפית ממוקמת ביחס לשאר התצפיות בהתפלגות.

### ציון תקן:

הנוסחה לציון תקן של תצפית היא: $Z = \frac{X - \overline{X}}{S}$.

ציון התקן נותן כמה סטיות תקן סוטה התצפית מהממוצע. כלומר, ציון התקן מעיד על כמה סטיות תקן התצפית מעל או מתחת לממוצע:

- ציון תקן חיובי אומר שהתצפית מעל הממוצע.
- ציון תקן שלילי אומר שהתצפית מתחת לממוצע.
- ציון תקן אפס אומר שהתצפית בדיוק בממוצע.

### דוגמה (פתרון בהקלטה):

במקום עבודה מסוים, ממוצע המשכורות הוא 8 אלף ₪, עם סטית תקן של אלפיים ₪.
באותו מקום עבודה ההשכלה הממוצעת של העובדים הנה 14 שנים, עם סטית תקן של 1.5 שנים. ערן מרוויח במקום עבודה זה 11 אלף ₪ והשכלתו 16 שנים.
מה ערן יותר, באופן יחסי, משכיל או משתכר?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** תלמידי כיתה ח' ניגשו למבחן בלשון ולמבחן במתמטיקה.
להלן התוצאות שהתקבלו:

| המקצוע | ממוצע | סטיית תקן |
|---|---|---|
| לשון | 74 | 12 |
| מתמטיקה | 80 | 16 |

עודד קיבל: 68 בלשון ו-70 במתמטיקה.

א. באיזה מקצוע עודד טוב יותר באופן יחסי לשכבה שלו?

ב. איזה ציון עודד צריך לקבל במתמטיקה כדי שיהיה שקול לציונו בלשון?

**2)** במפעל לייצור מצברים לרכב בדקו במשך 40 ימים את התפוקה היומית (מספר מצברים במאות) ואת מספר הפועלים שעבדו באותו היום.
להלן טבלה המסכמת את המידע שנאסף על שני המשתנים:

| | תפוקה | מספר פועלים |
|---|---|---|
| **ממוצע** | 48 | 15 |
| **סטיית תקן** | 10 | 2 |

באחד הימים מתוך כלל הימים שנבדקו התפוקה הייתה 50 מאות מצברים ובאותו היום עבדו 13 פועלים.
מה יותר חריג באותו היום, יחסית לשאר הימים שנבדקו: נתוני התפוקה או כמות הפועלים?

א. התפוקה.

ב. כמות הפועלים.

ג. חריגים באותה מידה.

ד. חסרים נתונים כדי לדעת זאת.

**3)** הגובה הממוצע של המתגייסים לצבא הוא 175 סנטימטר עם סטיית תקן של 10 סנטימטר. המשקל הממוצע הוא 66 ק"ג עם סטיית תקן של 8 ק"ג.
ערן התגייס כשגובהו 180 ס"מ ומשקלו 59 ק"ג.

א. במה ערן חריג יותר ביחס לשאר המתגייסים, גובהו או משקלו?

ב. כמה ערן אמור לשקול כדי שמשקלו יהיה שקול לגובהו?

## תשובות סופיות:

**1)** א. לשון. ב. 72.

**2)** ב'.

**3)** א. משקל. ב. 70.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 7 - סטטיסטיקה תיאורית שאלות אמריקאיות

תוכן העניינים

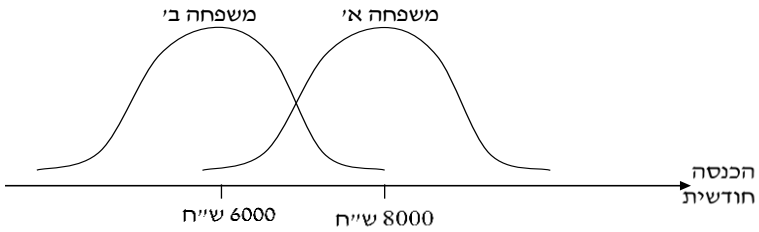
1. כללי ..... 21

# סטטיסטיקה תיאורית – שאלות אמריקאיות:

## שאלות:

**שאלות 1-3 מתייחסות לקטע הבא:**

להלן שתי עקומות המתארות את התפלגות ההכנסות החודשיות של שתי משפחות שנבחרו באקראי:




**1)** לאיזו משפחה הכנסה שכיחה גבוהה יותר?
א. משפחה א'.
ב. משפחה ב'.
ג. לשתיהן אותה הכנסה שכיחה.
ד. לא ניתן לדעת – אין מספיק נתונים.

**2)** באיזו משפחה ההכנסה החציונית שווה להכנסה הממוצעת?
א. משפחה א'.
ב. משפחה ב'.
ג. בשתיהן ההכנסה החציונית שווה להכנסה הממוצעת.
ד. לא ניתן לדעת – אין מספיק נתונים.

**3)** באיזו משפחה סטית התקן של ההכנסה החודשית גבוהה יותר?
א. משפחה א'.
ב. משפחה ב'.
ג. לשתיהן אותה סטית תקן.
ד. לא ניתן לדעת – אין מספיק נתונים.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**הנתונים הבאים מתייחסים לשאלות 4-6:**

להלן נתונים חלקיים של טבלת שכיחויות:
כמו כן, נתון כי הממוצע הוא 1.66.

| $x$ | $F(x)$ |
|---|---|
| 0 | ? |
| 1 | 10 |
| 2 | 6 |
| 3 | 15 |
| 4 | ? |
| **סה"כ** | **50** |

**4)** השכיח של הנתונים הוא:
א. 0.
ב. 15.
ג. ישנם שני שכיחים: 0 ו-3.
ד. על סמך הנתונים החלקיים אי אפשר לקבוע מה יהיה ערכו של השכיח.

**5)** חציון הנתונים הוא:
א. 2.
ב. 1.5.
ג. 25.5.
ד. על סמך הנתונים החלקיים אי אפשר לקבוע מה יהיה ערכו של החציון.

**6)** הטווח של הנתונים:
א. 11.
ב. 3.
ג. 4.
ד. על סמך הנתונים החלקיים אי אפשר לקבוע מה יהיה ערכו של החציון.

**7)** בהתפלגות אסימטרית ימנית של משתנה כמותי רציף, הערך המתאים למאון ה-30, ציון התקן שלו הוא בהכרח:
א. שלילי.
ב. חיובי.
ג. אפס.
ד. לא ניתן לדעת ללא הנתונים.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**8)** סדרת נתונים סטטיסטיים מונה 10 תצפיות. נתון כי סדרת הנתונים סימטרית סביב הממוצע. ממוצע הסדרה-40 ושונות הסדרה-100. בשלב מאוחר יותר נוספו שתי תצפיות נוספות לסדרה: 50 ו-30. השונות של 12 התצפיות:

א. תקטן.
ב. תגדל.
ג. לא תשתנה.
ד. לא ניתן לחשב את השונות ללא ידיעת התצפיות.

**9)** הוספת גודל קבוע לכל תצפיות סדרת נתונים:

א. תגדיל את סטיית התקן.
ב. תקטין את סטיית התקן.
ג. לא תשנה את סטיית התקן.
ד. לא ניתן לדעת.

**הנתונים הבאים מתייחסים לשאלות 10-11:**

להלן נתונים על ציוני תלמידים שנבחנו במועדים שונים בסטטיסטיקה:

| שם התלמיד | ציון | ממוצע הציונים במועד בו נבחן | סטיית התקן של הציונים במועד בו נבחן |
|---|---|---|---|
| צבי | 50 | 50 | 12 |
| סטף | 82 | 80 | 5 |
| שרית | 65 | 60 | 15 |
| לובה | 60 | 63 | 1.5 |
| מיטב | 70 | 70 | 10 |

**10)** התלמיד הטוב ביותר ביחס לנבחנים באותו מועד בו נבחן הוא:

א. מיטב.
ב. צבי.
ג. לובה.
ד. שרית.
ה. סטף.

**11)** פנינה נבחנה עם סטף וציון התקן שלה שווה לציון התקן של שרית לכן ציונה הוא:

א. 80.55.
ב. 65.
ג. 80.
ד. 81.66.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**הנתונים הבאים מתייחסים לשאלות 12-15:**

בבדיקת פתע של משרד הבריאות במפעל שוקולד, נמצא ש:

| שוקולד פגום | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| מס' קופסאות | 35 | 63 | 48 | 12 | 13 | 11 | 10 | 8 |

**12)** מהו החציון של מספר הפגומים בקופסא:

א. 1.
ב. 2.
ג. 4.
ד. לא ניתן לדעת.

**13)** מהו הרבעון התחתון של מספר הפגומים בקופסא?

א. 1.
ב. 2.
ג. 3.
ד. 4.
ה. לא ניתן לדעת.

**14)** מספר הפגומים בקופסא הוא משתנה:

א. סדר.
ב. שמי.
ג. כמותי בדיד.
ד. כמותי רציף.

**15)** השכיח של מספר הפגומים בקופסא:

א. 63.
ב. 1.
ג. 200.
ד. לא ניתן לדעת.

**16)** ביחס לציר המספרים, רוב הערכים בהתפלגות א-סימטרית ימנית נמצאים:

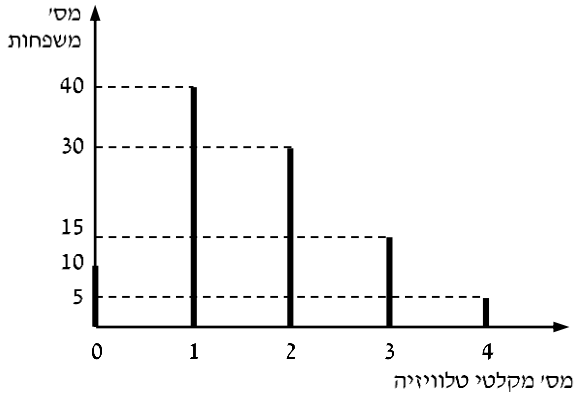
א. בערכים הגבוהים.
ב. בחלוקה זהה בין הערכים הגבוהים והנמוכים.
ג. בערכים הנמוכים.
ד. לא ניתן לדעת.
ה. אף לא תשובה מהנ"ל נכונה.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**17)** בוצע מחקר על מספר העובדים בחברות מזון לעומת חברות תקשורת.
החציון והממוצע בשתיהן שווה 8.
איזה מהטענות הבאות היא הנכונה והמלאה ביותר:
א. השכיחות ב-2 החברות זהה אך שונה מ-8.
ב. השכיח ב-2 החברות זהה אך לא ניתן לדעת מהו.
ג. השכיח בשתי חברות הינו בהכרח 8.
ד. שכיח בחברה אחת שונה מ-8 ובשנייה הוא 8.
ה. אף תשובה אינה נכונה.

**הנתונים הבאים מתייחסים לשאלות 18 עד 22:**

נערך סקר על מספר מקלטי הטלוויזיה הנמצאים בבית.
תוצאות הסקר נתונות בדיאגרמת מקלות הבאה:




**18)** המשתנה הנחקר כאן הוא:
א. משתנה שמי.
ב. משתנה מסולם סדר.
ג. משתנה כמותי בדיד.
ד. משתנה כמותי רציף.

**19)** הטווח של ההתפלגות הוא:
א. 35.
ב. 4.
ג. 3.
ד. 2.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**20)** ממוצע מספר מקלטי הטלוויזיה למשפחה הוא:

א. 1.65.
ב. 1.5.
ג. 1.
ד. 2.

**21)** השכיח של התפלגות זו היא:

א. 40.
ב. 1.5.
ג. 1.
ד. 2.

**22)** מסתבר שיש בין 2 ל-5 משפחות נוספות שאין להם מקלטי טלוויזיה ויש לצרף את המשפחות הללו להתפלגות. כיצד הנתון זה ישפיע על סטיית התקן?

א. יקטין אותו.
ב. יגדיל אותו.
ג. לא ישנה אותו.
ד. אין לדעת.

## תשובות סופיות:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1)** א' | **2)** ג' | **3)** ג' | **4)** ג' | **5)** ב' |
| **6)** ג' | **7)** א' | **8)** ג' | **9)** ב' | **10)** ה |
| **11)** ד' | **12)** ג' | **13)** א' | **14)** ג' | **15)** ב' |
| **16)** ג' | **17)** ה' | **18)** ג' | **19)** ב' | **20)** א' |
| **21)** ג' | **22)** ב' | | | |


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 8 - יסודות ההסתברות

### תוכן העניינים

1. כללי ..... 27

# הגדרות יסודיות:

## רקע:

**ניסוי מקרי:** תהליך לו כמה תוצאות אפשריות. התוצאה המתקבלת נודעת רק לאחר ביצוע התהליך. למשל: תוצאה בהטלת קובייה, מזג האוויר בעוד שבועיים.

**מרחב מדגם:** כלל התוצאות האפשריות בניסוי המקרי. לדוגמה, בהטלת קובייה: $\{1,2,3,4,5,6\}$, או: מזג האוויר בעוד שבועיים: {נאה, שרבי, מושלג, גשום, מעונן חלקית, אביך}.

**מאורע:** תת קבוצה מתוך מרחב במדגם. מסומן באותיות: $A$ , $B$ , $C$. בהטלת קובייה למשל, המאורע 'לקבל לפחות 5' יסומן: $A=\{5,6\}$. המאורע 'לקבל תוצאה זוגית' יסומן: $B=\{2,4,6\}$.

**גודל מרחב המדגם:** מספר התוצאות האפשריות במרחב המדגם. בהטלת קובייה למשל נקבל: $|\Omega|=6$.

**גודל המאורע:** מספר התוצאות האפשריות במאורע עצמו. למשל, בהטלת הקובייה האירועים הקודמים יסומנו: $|A|=2$ , $|B|=3$.

**מאורע משלים:** מאורע המכיל את כל התוצאות האפשריות במרחב המדגם פרט לתוצאות במאורע אותו הוא משלים. למשל, בהטלת הקובייה: $\bar{A}=\{1,2,3,4\}$ , $\bar{B}=\{1,3,5\}$.

**מרחב מדגם אחיד (סימטרי):** מרחב מדגם בו לכל התוצאות במרחב המדגם יש את אותה עדיפות , אותה סבירות למשל, קובייה הוגנת, אך לא כמו מזג האוויר בשבוע הבא.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**הסתברות במרחב מדגם אחיד:** במרחב מדגם אחיד הסיכוי למאורע יהיה: $P(A)=\frac{|A|}{|\Omega|}$.

דוגמה: מה הסיכוי בהטלת קובייה לקבל לפחות 5? $P(A)=\frac{|A|}{|\Omega|}=\frac{2}{6}$.

דוגמה: מה הסיכוי בהטלת קובייה לקבל תוצאה זוגית? $P(B)=\frac{|B|}{|\Omega|}=\frac{3}{6}$.

**הסתברות במרחב לא אחיד:** תחושב לפי השכיחות היחסית: $\frac{f}{n}$.

**דוגמה:**

להלן התפלגות הציונים בכיתה מסוימת:

| הציון – $x$ | מספר התלמידים – השכיחות – $f$ |
|---|---|
| 5 | 2 |
| 6 | 4 |
| 7 | 8 |
| 8 | 5 |
| 9 | 4 |
| 10 | 2 |

מה ההסתברות שתלמיד אקראי שניבחר בכיתה קיבל את הציון 8? $\frac{f}{n}=\frac{5}{25}=0.2$.

מה ההסתברות שתלמיד אקראי שניבחר בכיתה יכשל? $\frac{f}{n}=\frac{2}{25}=0.08$.

**הסתברות למאורע משלים:** הסתברות לקבוצת המשלים של המאורע ביחס למרחב המדגם: $P(\bar{A})=1-P(A)$. למשל, בדוגמה הקודמת הסיכוי לעבור את הבחינה יכול להיות מחושב לפי הסיכוי להיכשל: $P(A)=1-\frac{2}{25}=\frac{23}{25}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** מהאותיות E, F ו-G יש ליצור מילה בת 2 אותיות, לא בהכרח בת משמעות.

א. הרכיבו את כל המילים האפשריות.

ב. רשמו את המקרים למאורע:

i. במילה נמצאת האות E.

ii. במילה האותיות שונות.

ג. רשמו את המקרים למאורע $\bar{A}$.

**2)** מטילים זוג קוביות.

א. רשמו את מרחב המדגם של הניסוי. האם מרחב המדגם אחיד?

ב. רשמו את כל האפשרויות לאירועים הבאים:

i. סכום התוצאות 7.

ii. מכפלת התוצאות 12.

ג. חשבו את הסיכויים לאירועים שהוגדרו בסעיף ב'.

**3)** נבחר באקראי ספרה מבין הספרות 0-9.

א. מה ההסברות שהספרה שנבחרה גדולה מ-5?

ב. מה ההסתברות שהספרה שנבחרה היא לכל היותר 3?

ג. מה ההסתברות שהספרה שנבחרה היא אי זוגית?

**4)** להלן התפלגות מספר מקלטי הטלוויזיה עבור כל משפחה בישוב מסוים:

| **מספר משפחות** | 22 | 28 | 18 | 22 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| **מספר מקלטים** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

נבחרה משפחה באקראי מהישוב.

א. מה ההסתברות שאין מקלטים למשפחה?

ב. מה ההסתברות שיש מקלטים למשפחה?

ג. מה ההסתברות שיש לפחות 3 מקלטים למשפחה?

**5)** להלן התפלגות מספר המכוניות למשפחה ביישוב "עדן":

| **מספר משפחות** | 20 | 40 | 100 | 30 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| **מספר מכוניות** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

נבחרה משפחה אקראית מן הישוב.

א. מה ההסתברות שאין לה מכוניות?

ב. מה ההסתברות שבבעלות המשפחה לפחות 3 מכוניות?

ג. מה הסיכוי שבבעלותה פחות מ-3 מכוניות?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**6)** נטיל מטבע רגיל 3 פעמים. בצד אחד של המטבע מוטבע עץ ובצד השני פלי.

א. רשמו את מרחב המדגם של הניסוי. האם מרחב המדגם הוא אחיד?

ב. רשמו את כל האפשרויות לאירועים הבאים:

i. התקבל פעם אחת עץ.

ii. התקבל לפחות פלי אחד.

ג. מהו המאורע המשלים ל-D?

ד. חשבו את הסיכויים לאירועים שהוגדרו בסעיפים ב-ג.

## תשובות סופיות:

**1)** א. $\Omega=\{EE,EF,EG,FE,FF,FG,GE,GF,GG\}$.

ב. $B\{EF,EG,FE,FG,GE,GF\}$, $A=\{EE,EF,EG,FE,GE\}$.

ג. $\bar{A}=\{FF,FG,GF,GG\}$.

**2)** א. $\Omega=\begin{Bmatrix}(1,1)&(2,1)&(3,1)&(5,1)&(4,1)&(6,1)\\(1,2)&(2,2)&(3,2)&(4,2)&(5,2)&(6,2)\\(1,3)&(2,3)&(3,3)&(4,3)&(5,3)&(6,3)\\(1,4)&(2,4)&(3,4)&(4,4)&(5,4)&(6,4)\\(1,5)&(2,5)&(3,5)&(4,5)&(5,5)&(6,5)\\(1,6)&(2,6)&(3,6)&(4,6)&(5,6)&(6,6)\end{Bmatrix}$.

ב. $C=\{(2,6),(3,4),(4,3),(6,2)\}$ , $A=\{(1,6),(2,5),(3,4),(4,3),(5,2),(6,1)\}$.

ג. הסיכוי ל-A: $\frac{1}{6}$. הסיכוי ל-B: $\frac{1}{9}$.

**3)** א. 0.4 ב. 0.4 ג. 0.5.

**4)** א. 0.22 ב. 0.78 ג. 0.32.

**5)** א. 0.1 ב. 0.2 ג. 0.8.

**6)** א. $\Omega=\{PPP,PPE,PEP,EPP,PEE,EPE,EEP,EEE\}$.

ב. $D=\{PPP,PPE,PEP,EPP,PEE,EPE,EEP\}$ , $A=\{PPE,PEP,EPP\}$.

ג. $\bar{D}=\{EEE\}$.

ד. $\frac{1}{8}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

# סטטיסטיקה

## פרק 9 - התפלגויות רציפות מיוחדות - התפלגות נורמלית

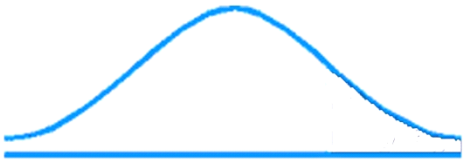
תוכן העניינים

1. כללי ..... 31

# התפלגויות רציפות מיוחדות – התפלגות נורמלית:

## רקע:

התפלגות נורמלית הינה התפלגות של משתנה רציף. ישנם משתנים רציפים מסוימים שנהוג להתייחס אליהם כנורמליים כגון: זמן ייצור, משקל תינוק ביום היוולדו ועוד. פונקציית הצפיפות של ההתפלגות הנורמלית נראית כמו פעמון:



לעקומה זו קוראים גם עקומת גאוס ועקומה אחת נבדלת מהשנייה באמצעות הממוצע וסטיית התקן שלה.

אלה הם הפרמטרים שמאפיינים את ההתפלגות: $X \sim N\left(\mu,\sigma^2\right)$.

נוסחת פונקציית הצפיפות: $f\left(x\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$.

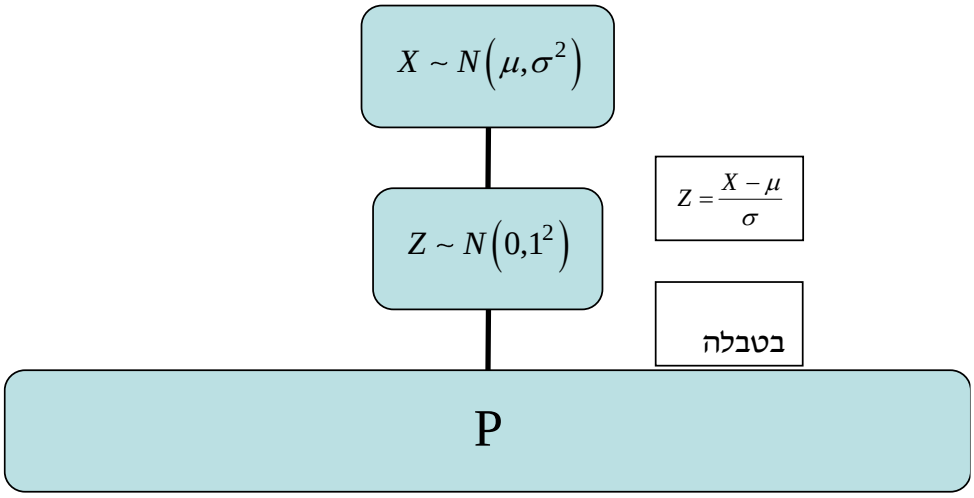
כדי לחשב הסתברויות בהתפלגות נורמלית יש לחשב את השטחים הרלוונטיים שמתחת לעקומה. כדי לחשב שטחים אלה נמיר כל התפלגות נורמלית להתפלגות נורמלית סטנדרטית על ידי תהליך הנקרא תקנון. התפלגות נורמלית סטנדרטית היא התפלגות נורמלית שהממוצע שלה הוא אפס וסטיית התקן היא אחת, והיא תסומן באות Z: $Z \sim N\left(0,1^2\right)$.

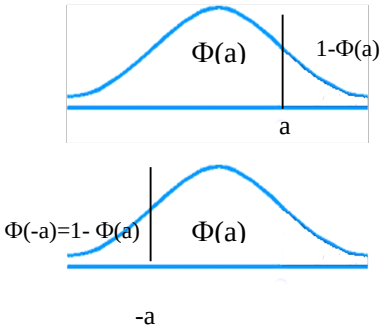
תהליך התקנון מבוצע על ידי הנוסחה הבאה: $Z=\frac{X-\mu}{\sigma}$.

אחרי תקנון מקבלים ערך הנקרא ציון תקן.
ציון התקן משמעו בכמה סטיות תקן הערך סוטה מהממוצע.

לאחר חישוב ציון התקן של ערך מסוים נעזרים בטבלה של ההתפלגות הנורמלית הסטנדרטית לחישוב השטח הרצוי, ובאופן כללי נתאר את הסכמה הבאה:


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

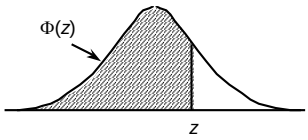




© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## טבלת ההתפלגות המצטברת הנורמלית סטנדרטית – ערכי $\Phi(z)$ :




| z | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | .5000 | .5040 | .5080 | .5120 | .5160 | .5199 | .5239 | .5279 | .5319 | .5359 |
| 0.1 | .5398 | .5438 | .5478 | .5517 | .5557 | .5596 | .5636 | .5675 | .5714 | .5753 |
| 0.2 | .5793 | .5832 | .5871 | .5910 | .5948 | .5987 | .6026 | .6064 | .6103 | .6141 |
| 0.3 | .6179 | .6217 | .6255 | .6293 | .6331 | .6368 | .6406 | .6443 | .6480 | .6517 |
| 0.4 | .6554 | .6591 | .6628 | .6664 | .6700 | .6736 | .6772 | .6808 | .6844 | .6879 |
| 0.5 | .6915 | .6950 | .6985 | .7019 | .7054 | .7088 | .7123 | .7157 | .7190 | .7224 |
| 0.6 | .7257 | .7291 | .7324 | .7357 | .7389 | .7422 | .7454 | .7486 | .7517 | .7549 |
| 0.7 | .7580 | .7611 | .7642 | .7673 | .7704 | .7734 | .7764 | .7794 | .7823 | .7852 |
| 0.8 | .7881 | .7910 | .7939 | .7967 | .7995 | .8023 | .8051 | .8078 | .8106 | .8133 |
| 0.9 | .8159 | .8186 | .8212 | .8238 | .8264 | .8289 | .8315 | .8340 | .8365 | .8389 |
| 1.0 | .8413 | .8438 | .8461 | .8485 | .8508 | .8531 | .8554 | .8577 | .8599 | .8621 |
| 1.1 | .8643 | .8665 | .8686 | .8708 | .8729 | .8749 | .8770 | .8790 | .8810 | .8830 |
| 1.2 | .8849 | .8869 | .8888 | .8907 | .8925 | .8944 | .8962 | .8980 | .8997 | .9015 |
| 1.3 | .9032 | .9049 | .9066 | .9082 | .9099 | .9115 | .9131 | .9147 | .9162 | .9177 |
| 1.4 | .9192 | .9207 | .9222 | .9236 | .9251 | .9265 | .9279 | .9292 | .9306 | .9319 |
| 1.5 | .9332 | .9345 | .9357 | .9370 | .9382 | .9394 | .9406 | .9418 | .9429 | .9441 |
| 1.6 | .9452 | .9463 | .9474 | .9484 | .9495 | .9505 | .9515 | .9525 | .9535 | .9545 |
| 1.7 | .9554 | .9564 | .9573 | .9582 | .9591 | .9599 | .9608 | .9616 | .9625 | .9633 |
| 1.8 | .9641 | .9649 | .9656 | .9664 | .9671 | .9678 | .9686 | .9693 | .9699 | .9706 |
| 1.9 | .9713 | .9719 | .9726 | .9732 | .9738 | .9744 | .9750 | .9756 | .9761 | .9767 |
| 2.0 | .9772 | .9778 | .9783 | .9788 | .9793 | .9798 | .9803 | .9808 | .9812 | .9817 |
| 2.1 | .9821 | .9826 | .9830 | .9834 | .9838 | .9842 | .9846 | .9850 | .9854 | .9857 |
| 2.2 | .9861 | .9864 | .9868 | .9871 | .9875 | .9878 | .9881 | .9884 | .9887 | .9890 |
| 2.3 | .9893 | .9896 | .9898 | .9901 | .9904 | .9906 | .9909 | .9911 | .9913 | .9916 |
| 2.4 | .9918 | .9920 | .9922 | .9925 | .9927 | .9929 | .9931 | .9932 | .9934 | .9936 |
| 2.5 | .9938 | .9940 | .9941 | .9943 | .9945 | .9946 | .9948 | .9949 | .9951 | .9952 |
| 2.6 | .9953 | .9955 | .9956 | .9957 | .9959 | .9960 | .9961 | .9962 | .9963 | .9964 |
| 2.7 | .9965 | .9966 | .9967 | .9968 | .9969 | .9970 | .9971 | .9972 | .9973 | .9974 |
| 2.8 | .9974 | .9975 | .9976 | .9977 | .9977 | .9978 | .9979 | .9979 | .9980 | .9981 |
| 2.9 | .9981 | .9982 | .9982 | .9983 | .9984 | .9984 | .9985 | .9985 | .9986 | .9986 |
| 3.0 | .9987 | .9987 | .9987 | .9988 | .9988 | .9989 | .9989 | .9989 | .9990 | .9990 |
| 3.1 | .9990 | .9991 | .9991 | .9991 | .9992 | .9992 | .9992 | .9992 | .9993 | .9993 |
| 3.2 | .9993 | .9993 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9995 | .9995 | .9995 |
| 3.3 | .9995 | .9995 | .9995 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9997 |
| 3.4 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9998 |

| z | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 | 3.090 | 3.291 | 3.891 | 4.417 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Φ(z) | 0.90 | 0.95 | 0.975 | 0.99 | 0.995 | 0.999 | 0.9995 | 0.99995 | 0.999995 |


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

דוגמה (הפתרון בהקלטה):

משקל חפיסות שוקולד המיוצרות בחברה מתפלג נורמלית עם ממוצע 100 גרם בסטיית תקן של 8 גרם.

1) מה אחוז חפיסות השוקולד ששוקלות מתחת ל-110 גרם?
2) מה אחוז חפיסות השוקולד השוקלות מעל 110 גרם?
3) מה אחוז חפיסות השוקולד השוקלות מתחת ל 92 גרם?
4) מהו המשקל ש-90% מהחפיסות בקו הייצור שוקלים פחות מהם?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** הגובה של אנשים באוכלוסייה מסוימת מתפלג נורמלית עם ממוצע של 170 ס״מ וסטית תקן של 10 ס״מ.

א. מה אחוז האנשים שגובהם מתחת ל-182.4 ס״מ?

ב. מה אחוז האנשים שגובהם מעל 190 ס״מ?

ג. מה אחוז האנשים שגובהם בדיוק 173.6 ס״מ?

ד. מה אחוז האנשים שגובהם מתחת ל-170 ס״מ?

ה. מה אחוז האנשים שגובהם לכל היותר 170 ס״מ?

**2)** נתון שהזמן שלוקח לתרופה מסוימת להשפיע מתפלג נורמלית עם ממוצע של 30 דקות ושונות של 9 דקות רבועות.

א. מהי פרופורציית המקרים בהן התרופה תעזור אחרי יותר משעה?

ב. מה אחוז מהמקרים שבהן התרופה תעזור בין 35 ל-37 דקות?

ג. מה הסיכוי שהתרופה תעזור בדיוק תוך 36 דקות?

ד. מה שיעור המקרים שבהן ההשפעה של התרופה תסטה מ-30 דקות בפחות מ-3 דקות?

**3)** המשקל של אנשים באוכלוסייה מסוימת מתפלג נורמלית עם ממוצע של 60 ק״ג וסטיית תקן של 8 ק״ג.

א. מה אחוז האנשים שמשקלם נמוך מ-55 ק״ג?

ב. מהי פרופורציית האנשים באוכלוסייה שמשקלם לפחות 50 ק״ג?

ג. מהי השכיחות היחסית של האנשים באוכלוסייה שמשקלם בין 60 ל-70 ק״ג?

ד. לאיזה חלק מהאוכלוסייה משקל הסוטה מהמשקל הממוצע בלא יותר מ-4 ק״ג?

ה. מה הסיכוי שאדם אקראי ישקול מתחת ל-140 ק״ג?

**4)** משקל תינוקות ביום היוולדם מתפלג נורמלית עם ממוצע של 3300 גרם וסטיית תקן 400 גרם.

א. מצאו את העשירון העליון.

ב. מצאו את האחוזון ה-95.

ג. מצאו את העשירון התחתון.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**5)** ציוני מבחן אינטליגנציה מתפלגים נורמלית עם ממוצע 100 ושונות 225.

א. מה העשירון העליון של הציונים במבחן האינטיליגנציה?

ב. מה העשירון התחתון של ההתפלגות?

ג. מהו הציון ש-20% מהנבחנים מקבלים מעליו?

ד. מהו האחוזון ה-20?

ה. מהו הציון ש-5% מהנבחנים מקבלים מתחתיו?

**6)** נפח משקה בבקבוק מתפלג נורמלית עם סטיית תקן של 20 מ״ל, ונתון ש-33% מהבקבוקים בעלי נפח שעולה על 508.8 מ״ל.

א. מה ממוצע נפח משקה בבקבוק?

ב. 5% מהבקבוקים המיוצרים עם הנפח הגבוה ביותר נשלחים לבדיקה, החל מאיזה נפח שולחים בקבוק לבדיקה?

ג. 1% מהבקבוקים עם הנפח הקטן ביותר נתרמים לצדקה, מהו הנפח המקסימלי לצדקה?

**7)** אורך חיים של מכשיר מתפלג נורמלית. ידוע שמחצית מהמכשירים חיים פחות מ-500 שעות, כמו כן ידוע ש-67% מהמכשירים חיים פחות מ-544 שעות.

א. מהו ממוצע אורך חיי מכשיר?

ב. מהי סטית בתקן של אורך חיי מכשיר?

ג. מה הסיכוי שמכשיר אקראי יחיה פחות מ-460 שעות?

ד. מהו המאיון העליון של אורח חיי מכשיר?

ה. 1% מהמכשירים בעלי אורך החיים הקצר ביותר נשלח למעבדה לבדיקה מעמיקה. מהו אורך החיים המקסימלי לשליחת מכשיר למעבדה?

**8)** להלן שלוש התפלגויות נורמליות של שלוש קבוצות שונות ששורטטו באותה מערכת צירים. ההתפלגויות מוספרו כדי להבדיל ביניהן.

א. לאיזו התפלגות הממוצע הגבוה ביותר?

ב. במה מבין המדדים הבאים התפלגות 1 ו-2 זהות?

i. בעשירון העליון.

ii. בממוצע.

iii. בשונות.

ג. לאיזו התפלגות סטיית התקן הקטנה ביותר?

i. 1.

ii. 2.

iii. 3.

iv. אין לדעת.

© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**9)** הזמן שלוקח לאדם להגיע לעבודתו מתפלג נורמלית עם ממוצע של 40 דקות וסטית תקן של 5 דקות.

א. מה ההסתברות שמשך הנסיעה של האדם לעבודתו יהיה לפחות שלושת רבעי השעה?

ב. אדם יצא לעבודתו בשעה 08:10 מביתו. הוא צריך להגיע לעבודתו בשעה 09:00. מה הסיכוי שיאחר לעבודתו?

ג. אם ידוע שזמן נסיעתו לעבודה היה יותר משלושת רבעי השעה. מה ההסתברות שזמן הנסיעה הכולל יהיה פחות מ-50 דקות?

ד. מה הסיכוי שבשבוע (חמישה ימי עבודה) בדיוק פעם אחת יהיה זמן הנסיעה לפחות שלושת רבעי השעה?

**10)** אורך שיר אקראי המשודר ברדיו מתפלג נורמלית עם תוחלת של 3.5 דקות וסטיית תקן של שלושים שניות.

א. מה ההסתברות שאורך של שיר אקראי המנוגן ברדיו יהיה בין 3 ל-2.5 דקות?

ב. מהו הטווח הבין רבעוני של אורך שיר המשודר ברדיו?

ג. ביום מסוים מנוגנים 200 שירים ברדיו. כמה שירים מתוכם תצפה שיהיו באורך הנמוך מ-3.5 דקות?

ד. בשעה מסוימת שודרו 8 שירים. מה ההסתברות שרבע מהם בדיוק היו ארוכים מ-4 דקות והיתר לא?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## תשובות סופיות:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1)** | א. 89.25% | ב. 2.28% | ג. 0 | ד. 50% ה. 50% |
| **2)** | א. 0% | ב. 3.76% | ג. 0% | ד. 68.26% |
| **3)** | א. 26.43% | ב. 89.44% | ג. 39.44% | ד. 0.383 |
| | ה. 100% | | | |
| **4)** | א. 3812.8 | ב. 3958 | ג. 2787.2 | |
| **5)** | א. 119.2 | ב. 80.8 | ג. 112.6 | ד. 87.4 |
| **6)** | א. 500 | ב. 532.9 | ג. 453.48 | |
| **7)** | א. 500 | ב. 100 | ג. 0.3446 | ד. 733 |
| | ה. 267 | | | |
| **8)** | א. 3 | ב. בממוצע. | ג. 1 | |
| **9)** | א. 0.1587 | ב. 0.0228 | ג. 0.8563 | ד. 0.3975 |
| **10)** | א. 0.1359 | ב. 0.675 | ג. 100 | ד. 0.25 |


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל