# סטטיסטיקה א

## פרק 12 - מדד הקשר פירסון

### תוכן העניינים

1. כללי ..... 1

# מדדי קשר – מדד הקשר הלינארי (פירסון):

## רקע:

המטרה היא לבדוק האם קיים קשר (קורלציה, מתאם) של קו ישר בין שני משתנים כמותיים.
מבחינת סולמות המדידה קשר בין סולמות רווחים ומנה.
בדרך כלל, $X$ הוא המשתנה המסביר (הבלתי תלוי) ו- $Y$ הוא המשתנה המוסבר (התלוי).
למשל, נרצה להסביר כיצד השכלה של אדם הנמדדת בשנות לימוד $X$ מסבירה את ההכנסה שלו $Y$. במקרה זה שנות ההשכלה זהו המשתנה המסביר (או הבלתי תלוי) ואנחנו מעוניינים לבדוק כיצד שינויים בשנות ההשכלה של אדם יכולים להסביר את השינויים שלו בהכנסה, ולכן רמת ההכנסה זהו המשתנה המוסבר התלוי במשתנה המסביר אותו.
בשלב הראשון, נהוג לשרטט דיאגרמת פיזור. זו דיאגרמה שנותנת אינדיקציה ויזואלית על טיב הקשר בין שני המשתנים.

**דוגמה:**

בבניין של 5 דירות בדקו את הנתונים הבאים:

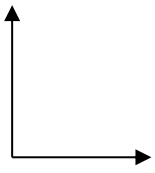
$X$ - מס' חדרים בדירה.

$Y$ - מס' נפשות הגרות בדירה.

להלן התוצאות שהתקבלו:

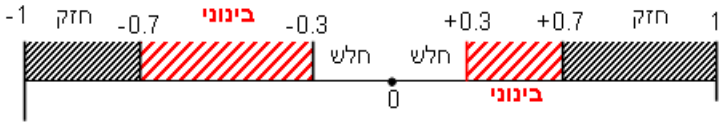
| מס' דירה | $X$ | $Y$ |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 2 |
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 4 | 3 |
| 4 | 3 | 3 |
| 5 | 5 | 4 |

נשרטט מנתונים הללו דיאגרמת פיזור:




© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

בשלב השני, מחשבים את מקדם המתאם (מדד הקשר) שבודק עד כמה קיים קשר לינארי בין שני המשתנים.
המדד (נקרא גם מדד הקשר של פירסון) מכמת את מה שניראה בשלב הראשון רק בעין.
המדד בודק את כיוון הקשר (חיובי או שלילי) ואת עוצמת הקשר (חלש עד חזק).
מקדם מתאם זה מקבל ערכים בין 1- ל-1.
מקדם מתאם 1- או 1 אומר שקיים קשר לינארי מוחלט ומלא בין המשתנים שניתן לבטאו על ידי הנוסחה: $y = bx + a$.
מתאם חיובי מלא (מקדם מתאם 1) אומר שקיים קשר לנארי מלא בו השיפוע $b$ יהיה חיובי ואילו מתאם שלילי מלא אומר שקיים קשר לנארי מלא בו השיפוע $b$ שלילי (מקדם מתאם 1-).
מתאם חיובי חלקי אומר שככל שמשתנה אחד עולה לשני יש נטייה לעלות בערכו אבל לא קיימת נוסחה לינארית שמקשרת את $X$ ל- $Y$ באופן מוחלט.
מתאם שלילי חלקי אומר שככל שמשתנה אחד עולה לשני יש נטייה לרדת אבל לא קיימת נוסחה לינארית שמקשרת את $X$ ל- $Y$ באופן מוחלט.
ככל שערך מקדם המתאם קרוב לאפס נאמר שעוצמת הקשר חלשה יותר וככל שמקדם המתאם רחוק מהאפס נאמר שעוצמת הקשר חזקה יותר.
מקדם המתאם יסומן באות $r$.




כדי לחשב את מקדם המתאם, יש לחשב את סטיות התקן של כל משתנה ואת השונות המשותפת.

**שונות משותפת:** $COV_{(x,y)} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{n} = \frac{\sum xy}{n} - \bar{x}\cdot\bar{y}$.

**שונות של המשתנה $X$:** $S_x^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n}x_i^{\,2}}{n} - \bar{x}^2$.

**שונות המשתנה $Y$:** $S_y^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n}y_i^{\,2}}{n} - \bar{y}^2$.

**מקדם המתאם הלינארי:** $r_{xy} = \frac{COV(x,y)}{S_x \cdot S_y}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** להלן נתונים לגבי שישה תלמידים שנגשו למבחן.
בדקו לגבי כל תלמיד את הציון שלו בסוף הקורס
וכמו כן את מספר החיסורים שלו מהקורס.

| מספר חיסורים | ציון |
|---|---|
| 2 | 80 |
| 1 | 90 |
| 0 | 90 |
| 2 | 70 |
| 3 | 70 |
| 4 | 50 |

א. שרטט דיאגראמת פיזור לנתונים.
מה ניתן להסיק מהדיאגרמה על טיב הקשר בין מספר החיסורים של תלמיד לציונו? מיהו המשתנה הבלתי תלוי ומיהו המשתנה התלוי?

ב. חשב את מדד הקשר של פירסון.
האם התוצאה מתיישבת עם תשובתך לסעיף א'?

ג. הסבר ללא חישוב כיצד מקדם המתאם היה משתנה אם היה מתווסף תלמיד שהחסיר 4 פעמים וקיבל ציון 80?

**2)** במחקר רפואי רצו לבדוק האם קיים קשר בין רמת ההורמון $X$ בדם החולה לרמת ההורמון $Y$ שלו.
לצורך כך מדדו את רמת ההורמונים הללו עבור חמישה חולים.
להלן התוצאות שהתקבלו:

| $Y$ | $X$ |
|---|---|
| 12 | 10 |
| 15 | 14 |
| 15 | 15 |
| 17 | 18 |
| 21 | 20 |

א. מה הממוצע של כל רמת הורמון?

ב. מהו מקדם המתאם בין ההורמונים?
ומה משמעות התוצאה?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**3)** נסמן ב- $X$ את ההכנסה של משפחה באלפי ₪. נסמן ב- $Y$ את ההוצאות של משפחה באלפי ₪. נלקחו 20 משפחות והתקבלו התוצאות הבאות:

$$\sum_{i=1}^{20} Y_i = 200 \ , \ \sum_{i=1}^{20} X_i = 240 \ , \ \sum_{i-1}^{20}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2 = 76 \ , \ \sum_{i-1}^{20}\left(X_i - \bar{X}\right)^2 = 76 \ ,$$

$$\sum_{i-1}^{20}\left(X_i - \bar{X}\right)\left(Y_i - \bar{Y}\right) = 60.8 .$$

א. חשב את מדד הקשר הלינארי בין $X$ ל- $Y$. מיהו המשתנה התלוי?

ב. מה המשמעות של התוצאה שקיבלת בסעיף א'?

**4)** נסמן ב- $X$ את ההכנסה של משפחה באלפי ₪. נסמן ב- $Y$ את ההוצאות של משפחה באלפי ₪. נלקחו 20 משפחות והתקבלו התוצאות הבאות:

$$\sum_{i=1}^{20} X_i = 240 \ , \ \sum_{i=1}^{20} Y_i = 200 \ , \ \sum_{i=1}^{20} X_i^{\,2} = 2960 \ , \ \sum_{i=1}^{20} Y_i^{\,2} = 2080 \ , \ \sum_{i=1}^{20} X_i Y_i = 2464 .$$

חשב את מדד הקשר הלינארי בין $X$ ל- $Y$.

**5)** במוסד אקדמי ציון ההתאמה מחושב כך: מכפילים את הציון הממוצע בבגרות ב- 3 ומפחיתים 2 נקודות. ידוע שעבור 40 מועמדים סטיית התקן של ממוצע הציון בבגרות הייתה 2.
מה מקדם המתאם בין ציון ההתאמה לציון הממוצע בבגרות שלהם?

**6)** להלן רשימת טענות. לגבי כל טענה קבע נכון/לא נכון ונמק!

א. מתווך דירות המיר מחירי דירות מדולר לשקל. נניח שדולר אחד הוא 3.5 ₪. אם מתווך הדירות יחשב את מדד הקשר של פירסון בין מחיר הדירה בשקלים למחיר הדירה בדולרים הוא יקבל 1.

ב. לסדרה של נתונים התקבל: $\overline{X} = \overline{Y} = 6 \ , \ S_x = S_y = 1$ לכן מדד הקשר של פירסון יהיה 1.

ג. אם השונות המשותפת של $X$ ושל $Y$ הינה 0 אז בהכרח גם מקדם המתאם של פירסון יהיה 0.

**7)** נמצא שקיים מקדם מתאם שלילי בין הציון בעברית לציון בחשבון בבחינה לכן:

א. הדבר מעיד שהציונים בכתה היו שליליים.

ב. ככל שהציון של תלמיד יורד בחשבון יש לו נטייה לרדת בעברית.

ג. ככל שהציון של תלמיד עולה בחשבון יש לו נטייה לרדת בעברית.

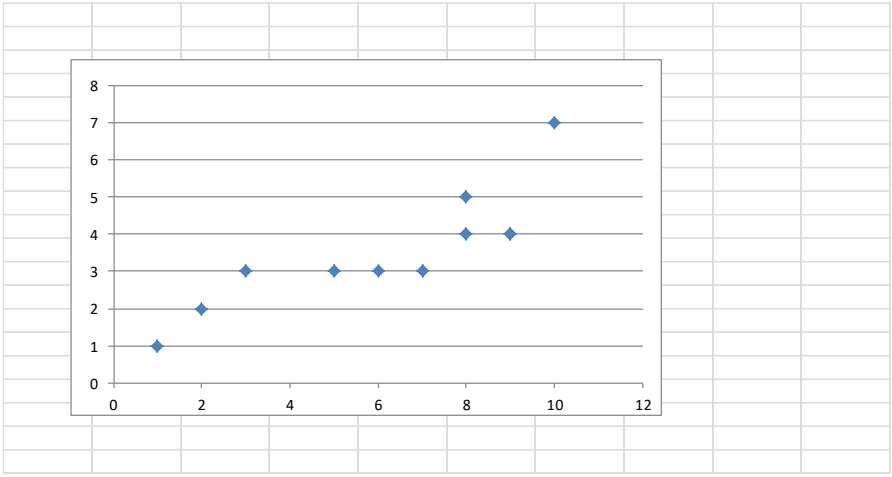
ד. אף אחת מהתשובות לא נכונה.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**8)** נלקחו 20 מוצרים וניבדק ביום מסוים המחיר שלהם בדולרים והמחיר שלהם בש"ח (באותו היום ערך הדולר היה 4.2 ₪).
מהו מקדם המתאם בין המחיר בדולר למחיר ב-₪?

א. 1.
ב. 0.
ג. 4.2.
ד. לא ניתן לדעת.

**9)** להלן דיאגראמת פיזור:




מה יהיה מקדם המתאם בין שני המשתנים?

א. 1.
ב. 0.85.
ג. 0.15.
ד. 0.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## תשובות סופיות:

1) ב. -0.9325.
2) א. $\bar{y}=16$ , $\bar{x}=15.4$. ב. $r_{xy}=0.96$.
3) א. 0.8.
4) 0.8.
5) 1.
6) א. נכון. ב. לא נכון. ג. נכון.
7) ג'.
8) א'.
9) ב'.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל