

## תוכן העניינים:

2	גודל האפקט
2	גודל האפקט בהסקה על תוחלת עם שונות ידועה – רקע
3	גודל האפקט במבחן על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה ידועה ואלטרנטיבה ידועה
4	גודל האפקט במבחן על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה ידועה ואלטרנטיבה שאינה ידועה
5	שאלות:
7	תשובות סופיות:
8	גודל האפקט בהסקה על תוחלת עם שונות שאינה ידועה – רקע
9	גודל האפקט בהסקה על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה שאינה ידועה
10	שאלות:
12	תשובות סופיות:
13	גודל האפקט בהסקה על תוחלת במדגמים מזווגים – רקע
14	שאלות:
15	תשובות סופיות:
16	גודל האפקט בהסקה על הפרש תוחלות במדגמים בלתי תלויים – רקע
18	שאלות:
20	תשובות סופיות:
21	גודל האפקט במבחן ניתוח שונות (ANOVA – רקע)
22	מדד אטא בריבוע לחישוב גודל האפקט
24	שאלות:
27	תשובות סופיות:

**לתשומת לבך, יש ללמוד לפי הסרטונים באתר. ייתכנו שאלות בספר הפרק אשר אינן חלק מחומר הלימוד שלך.**

# גודל האפקט

## גודל האפקט בהסקה על תוחלת עם שונות ידועה – רקע

בתהליך של בדיקת השערות אנו בודקים באופן דיכוטומי האם נדחה את השערת האפס או לא נדחה את השערת האפס. בבדיקת השערות על תוחלת אנו בודקים האם לגורם הנחקר יש או אין אפקט על המשתנה הכמותי הנחקר אבל אנו לא מודדים את גודל האפקט, כלומר, אנו לא מודדים את גודל ההשפעה של הגורם הנחקר על התוחלת. כעת נרצה לקבוע מהו גודל האפקט וכמה הוא משמעותי.

### דוגמה:

בשיטת הלימוד הקיימת תוחלת הציונים בבגרות באנגלית היא 72 עם סטיית תקן 15. מורה טוען שפיתח שיטת לימוד חדשה שמעלה את תוחלת הציונים בבגרות באנגלית מבלי לשנות את סטיית התקן. לצורך בדיקת טענת המורה משרד החינוך מתכנן לבדוק את שיטת הלימוד החדשה על כיתה ניסיונית שתמנה 36 תלמידים.

- 1) מהי אוכלוסיית המחקר?
- 2) מהו המשתנה הנחקר?
- 3) מהו הפרמטר הנחקר?
- 4) מהן השערות המחקר?
- 5) מה המשמעות של קיומו של אפקט?
- 6) מה המשמעות של גודלו של אפקט?

## גודל האפקט במבחן על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה ידועה ואלטרנטיבה ידועה

$$d = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$$

מדד זה נקרא מדד כהן והוא נותן כמה סטיות תקן מפרידות בין השערת האפס להשערת המחקר. הרעיון לנטרל את גודל האפקט על ידי חלוקה בסטיית התקן, כך שהוא יהיה בר השוואה בין מחקרים שונים.

הערכים המקובלים כדי לדבר על משמעות גודל האפקט:

$d = 0.2$  אפקט קטן,

$d = 0.5$  אפקט בינוני,

$d = 0.8$  אפקט גבוה.

### דוגמה:

בהנחה ושיטת הלימוד החדשה תניב תוחלת ציונים של 77. מה יהיה גודל האפקט ומה המשמעות שלו? האם האפקט נחשב קטן, בינוני או גדול?

## גודל האפקט במבחן על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה ידועה ואלטרנטיבה שאינה ידועה

אם איננו יודעים את  $\mu_1$  אנו נאמוד את גודל האפקט על ידי הנוסחה הבאה:  $d = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\sigma}$ .

שימו לב שמדד זה דומה לסטטיסטי המבחן במבחן Z על תוחלת אחת עם שונות ידועה, אך סטטיסטי המבחן מחולק בטעות התקן ולא בסטיית התקן של המשתנה הנחקר באוכלוסייה.

### דוגמה:

הכיתה הניסיונית למדה במשך שנה בשיטת הלימוד החדשה. ממוצע הציונים שהתקבל היה 76.5. האם לשיטת הלימוד החדשה קיים אפקט מובהק? בדקו ברמת מובהקות 5%. העריכו את גודל האפקט של שיטת הלימוד החדשה.

### מדוע לא מספיק לבדוק האם התוצאה במחקר עם אפקט מובהק?

לעיתים אנו מבצעים מדגם קטן, ובגלל שהמדגם קטן התוצאה אינה מובהקת ואנו מסיקים שהאפקט אינו מובהק, בעוד שאם נחשב את גודל האפקט נגלה גודל אפקט גדול. במקרה זה, יתכן שהתוצאה לא יצאה מובהקת בגלל שהמדגם היה קטן מידי. לעומת זאת, לעיתים אנו מבצעים מדגם גדול ובשל כך התוצאה של המחקר יוצאת מובהקת. כלומר, אנו מסיקים שהאפקט מובהק בעוד אם נחשב את גודל האפקט נגלה שהאפקט קטן אבל אין לו שום משמעות. אי לכן מומלץ במחקרים לציין את גודל האפקט בנוסף המסקנה.

## שאלות:

- (1) לפי מפקד אוכלוסין שנעשה על ידי הלמ"ס בשנת 2000 ההוצאה הממוצעת למשפחה במשק הייתה ₪13000 עם סטיית תקן של ₪2000. מעוניינים לבדוק אם השנה חלה עליה בהוצאה הממוצעת למשפחה (נניח כי סטיית התקן לא השתנתה). לצורך כך הוחלט לדגום 100 משפחות.
- א. אם נניח שההוצאה הממוצעת במשק עלתה ₪13100 מהו גודל האפקט?  
 ב. אם נניח שההוצאה הממוצעת במשק עלתה ₪13100 ונגדיל את המדגם מהו גודל האפקט?  
 ג. אם נניח שההוצאה הממוצעת במשק עלתה ₪15000 מהו גודל האפקט?
- (2) ההוצאה הכספית החודשית על בילויים לתושב תל אביב מתפלגת נורמלית עם תוחלת של ₪500 וסטיית תקן של ₪150.
- ההוצאה הכספית החודשית על בילויים לתושב חיפה מתפלגת נורמלית עם אותה סטיית תקן כמו בתל אביב אבל עם תוחלת לא ידועה.
- א. מהו המשתנה התלוי?  
 ב. מהו הפרמטר הלא ידוע במחקר?  
 ג. אם נשער שתוחלת ההוצאה הכספית החודשית על בילויים בחיפה היא 650, מה ערכו של מדד כהן?  
 ד. האם גודל האפקט נחשב גדול?
- (3) השכר הממוצע במשק בשנת 2016 היה ₪11,000 עם סטיית תקן 3000. במדגם של 100 עובדים התקבל שכר ממוצע ₪9500. מטרת המחקר היא לבדוק האם השנה חלה שחיקה בשכר.
- יש להניח שסטיית התקן של השכר במשק השנה לא השתנה משנת 2016.
- א. מהו המשתנה התלוי במחקר?  
 ב. מהן ההשערות הנחקרות, ומה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?  
 ג. מהו גודל האפקט של המחקר?

### בשאלות הבאות יש לבחור את התשובה הנכונה ביותר:

- (4) גודל אפקט הינו:
- א. הסיכוי לדחות את  $H_0$  תחת ההנחה ש- $H_1$  נכונה.  
 ב. הפער בין הפרמטר ב- $H_0$  לפרמטר ב- $H_1$  ביחידות של סטיית תקן.  
 ג. סטטיסטי המבחן.  
 ד. הפער בין  $H_0$  ל- $H_1$  מחולק בטעות התקן.

- 5) מעוניינים להשוות בין תוחלת שטח דירה בירושלים לתוחלת שטח דירה בתל אביב. ידוע שבתל אביב תוחלת שטח דירה היא 72 מ"ר. לצורך ביצוע ההשוואה נדגמו 37 דירות אקראיות מירושלים ומדדו לכל דירה את שטחה במ"ר. במדגם התקבל ממוצע 78 מ"ר. מה ניתן להגיד על גודל אפקט העיר על שטח הדירה לפי מדד כהן?
- א. לא ניתן לדעת כיוון שסטיית התקן של שטח דירה אינו נתון.  
 ב. אפקט גדול.  
 ג. אפקט בינוני.  
 ד. אפקט קטן.

- 6) להלן נתונים על מידת הפוטוגניות של המתמודדים בתחרות X Factor ובתחרות The Voice :

The Voice	X Factor	
68	80	ממוצע
12	12	סטיית תקן

להלן נתונים על מידת רמת השירה של המתמודדים בתחרויות :

The Voice	X Factor	
80	78	ממוצע
1	1	סטיית תקן

- האם לסוג התחרות יש יותר אפקט על הפוטוגניות של המתמודדים או רמת השירה של המתמודדים?
- א. על הפוטוגניות.  
 ב. על השירה.  
 ג. על הפוטוגניות והשירה באותה המידה.  
 ד. לא ניתן לדעת.

- 7) שיטת טיפול קיימת לחרדה מביעה את תוחלת החרדה של המטופלים להיות  $\mu_0$  משערים ששיטת טיפול חדשה תביא את תוחלת רמת החרדה של המטופלים לכדי  $\mu_1$ . נניח שלשני הטיפולים אותה סטיית תקן לרמת החרדה. כדי לבדוק את השערת המחקר מתכננים לבצע מדגם של n מטופלים שיעברו את הטיפול החדש. מי מהגורמים הבאים אינו משפיע על גודל האפקט?
- א. סטיית התקן של רמת החרדה.  
 ב. גודלו של  $\mu_0$ .  
 ג. גודלו של  $\mu_1$ .  
 ד. גודלו של המדגם.

- 8) כיצד סטיית התקן של התפלגות המשתנה הנחקר משפיעה על גודל האפקט?  
 א. ככל שסטיית התקן גדלה כך גם גודל האפקט גדל.  
 ב. ככל שסטיית התקן גדלה כך גודל האפקט קטן.  
 ג. סטיית התקן לא משפיעה על גודל האפקט.  
 ד. לא ניתן לדעת איך סטיית התקן תשפיע על גודל האפקט.

- 9) אם נגדיל את  $\mu_1$ , כיצד הדבר ישפיע על גודל האפקט?  
 א. יגדיל אותו.  
 ב. יקטין אותו.  
 ג. לא ישנה אותו.  
 ד. לא ניתן לדעת.

- 10) כיצד הקטנת  $|\mu_1 - \mu_0|$  תשפיע על גודל האפקט?  
 א. יגדיל אותו.  
 ב. יקטין אותו.  
 ג. לא ישנה אותו.  
 ד. די לא ניתן לדעת.

## תשובות סופיות:

- (1) א. 0.05      ב. 0.05      ג. 1  
 (2) א. 1      ב. 0.5  
 (3) א. נדחה  $H_0$ .

שאלה	תשובה
4	ב
5	א
6	ב
7	ד
8	ב
9	ד
10	ב

תשובות לשאלות רב ברירה:

## גודל האפקט בהסקה על תוחלת עם שונות שאינה ידועה – רקע

בתהליך של בדיקת השערות אנו בודקים באופן דיכוטומי האם נדחה את השערת האפס או לא נדחה את השערת האפס. בבדיקת השערות על תוחלת אנו בודקים האם לגורם הנחקר יש או אין השפעה על המשתנה הכמותי הנחקר אבל אנו לא מודדים את גודל האפקט, כלומר אנו לא מודדים את גודל ההשפעה של הגורם הנחקר על התוחלת. כעת נרצה לקבוע מהו גודל האפקט וכמה הוא משמעותי.

### דוגמה:

בשיטת הלימוד הקיימת תוחלת הציונים בבגרות באנגלית היא 72. מורה טוען שפיתח שיטת לימוד חדשה שמעלה את תוחלת הציונים בבגרות באנגלית. לצורך בדיקת טענת המורה, משרד החינוך מתכנן לבדוק את שיטת הלימוד החדשה על כיתה ניסיונית שתמנה 36 תלמידים.

- 1) מהי אוכלוסיית המחקר?
- 2) מהו המשתנה הנחקר?
- 3) מהו הפרמטר הנחקר?
- 4) מה הן השערות המחקר?
- 5) מה משמעות קיומו של אפקט?
- 6) מה משמעות גודלו של האפקט?



## גודל האפקט בהסקה על ממוצע יחיד עם שונות אוכלוסייה שאינה ידועה

### מדד כהן:

לבדיקת גודל האפקט במבחן על תוחלת אחת כששונות האוכלוסייה ידועה מבוטא

$$.d = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma} \text{ : בנוסחה הבאה}$$

המדד מראה כמה יחידות סטיית תקן מפרידות בין השערת האפס להשערת המחקר.

אם איננו יודעים את  $\mu_1$ , נאמוד את גודל האפקט באמצעות הנוסחה הבאה:  $.d = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\sigma}$

אם איננו יודעים גם את  $\sigma$ , נאמוד את גודל האפקט באמצעות הנוסחה הבאה:  $.d = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{\hat{S}}$

$$. \hat{S}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2}{n-1} \text{ : מייצג את סטיית התקן המדגמית}$$

שימו לב שמדד זה דומה לסטטיסטי המבחן במבחן T על תוחלת אחת עם שונות שאינה ידועה, אך סטטיסטי המבחן מחולק באומד לטעות התקן ולא באומד לסטיית התקן של המשתנה הנחקר באוכלוסייה.

הערכים המקובלים כדי לדבר על משמעות גודל האפקט:

$d = 0.2$  אפקט קטן,

$d = 0.5$  אפקט בינוני,

$d = 0.8$  אפקט גדול.

### דוגמה:

הכיתה הניסיונית למדה במשך שנה בשיטת הלימוד החדשה. ממוצע הציונים שהתקבל היה 76.5 עם סטיית תקן מדגמית של 10.8. האם לשיטת הלימוד החדשה יש אפקט מובהק? בדקו ברמת מובהקות של 5%. העריכו את גודל האפקט.

### מדוע לא מספיק לבדוק האם לגורם הנחקר יש אפקט מובהק?

לעיתים המדגם שלנו קטן, ולכן התוצאה אינה מובהקת ואנו מסיקים שהאפקט אינו מובהק, בעוד אם נחשב את גודל האפקט, נגלה שהוא גדול. במקרה זה, ייתכן שהתוצאה לא יצאה מובהקת כי המדגם היה קטן מדי. לעומת זאת, לעיתים המדגם שלנו גדול ובשל כך התוצאה של המחקר יוצאת מובהקת, כלומר אנו מסיקים שהאפקט מובהק, בעוד אם נחשב את גודל האפקט נגלה שהאפקט קטן מכדי שתהיה לו חשיבות. לכן מומלץ במחקרים לציין את גודל האפקט לצד המסקנה.

## שאלות:

- (1) משך ההיריון של פילה אפריקאית מתפלג נורמלית עם תוחלת של 23 חודשים. משך זמן ההיריון של פילה אסייתית גם הוא מתפלג נורמלית אבל עם תוחלת ושוונות שאינן ידועות לחוקרת.
- החוקרת בודקת האם ההיריון של פילה אסייתית ארוך מזה של פילה אפריקאית.
- א. מהו המשתנה התלוי?  
 ב. מה הן השערות המחקר?  
 ג. נדגמו שלוש פילות אסייתיות. משך ההיריון שלהן בחודשים היה: 22, 25, 25. האם התוצאה מובהקת? מהו גודל האפקט?
- (2) ההוצאה הכספית החודשית על בילויים לתושב תל אביב מתפלגת נורמלית, עם תוחלת של 500 ₪. ההוצאה הכספית החודשית על בילויים לתושב באר-שבע גם היא מתפלגת נורמלית, עם תוחלת וסטיית תקן שאינן ידועות לנו. במדגם על 20 תושבי באר שבע בדק מהי ההוצאה החודשית של כל תושב על בילויים. התקבלו ממוצע 174 ₪ וסטיית תקן מדגמית 44 ₪.
- מה גודל האפקט של העיר על ההוצאה החודשית של תושבים על בילויים?

### בשאלות הבאות יש לבחור בתשובה הנכונה ביותר:

- (3) חוקר בדק את הטענה כי קיים הבדל ברמה של הורמון מסוים בין אנשים בריאים לאנשים שסובלים מיתר לחץ דם. במדגם מקרי של 40 חולים נמצא כי הממוצע היה 185.2 והאומדן לסטיית תקן 4.6. באוכלוסיית הבריאים ידוע שהממוצע הוא 183. מה ערכו של מדד כהן?
- א. 2.2  
 ב. 0.48  
 ג. 3.02  
 ד. 0.22
- (4) רצו לבדוק האם צבע הקיר בכיתה משפיע על ממוצע הציונים בבחינת הברגרות באנגלית. ידוע שממוצע הציונים בבחינת הברגרות באוכלוסייה כולה הוא 72. דגמו 36 תלמידים שנבחנו בכיתה שנצבעה אדום, והתקבל ממוצע ציונים 66 עם סטיית תקן מדגמית של 12. התברר ששכחו לכלול תלמיד שקיבל ציון 66 (במדגם עם התלמיד שנשכח יש 37 תלמידים).
- כתוצאה מכך:
- א. גודל האפקט יגדל.  
 ב. גודל האפקט יקטן.  
 ג. גודל האפקט לא ישתנה.  
 ד. אי אפשר לדעת.

- (5) בבדיקת השערות על תוחלת אחת כששונות האוכלוסייה אינה ידועה אנו מסמנים את סטטיסטי המבחן ב- $t$ . מה יהיה הקשר המתמטי בין מדד כהן ( $d$ ) ובין  $t$ ?

א.  $d = n \cdot t$

ב.  $d = \sqrt{n} \cdot t$

ג.  $d = \frac{t}{\sqrt{n}}$

ד.  $d = t$

- (6) בבדיקת השערות על תוחלת אחת עם שונות אוכלוסייה שאינה ידועה חושב גודל האפקט. כיצד סטיית התקן של המדגם משפיעה על גודל האפקט?

א. ככל שסטיית התקן גדלה, כך גם גודל האפקט גדל.

ב. ככל שסטיית התקן גדלה, כך גודל האפקט קטן.

ג. סטיית התקן לא משפיעה על גודל האפקט.

ד. אי אפשר לדעת איך סטיית התקן תשפיע על גודל האפקט.

- (7) ממוצע גובהם של הגברים בישראל הוא 1.76 מ'. חוקר שיער כי הגברים ההולנדים גבוהים יותר מהישראלים. הוא דגם אקראית 80 גברים הולנדים ומצא כי ממוצע גובהם הוא 1.83 מ'. אילו היה החוקר משער, כי גובהם של הגברים ההולנדים שונה מזה של הגברים הישראלים, גודל האפקט במבחנו היה \_\_\_\_\_ בהשוואה לזה שמתייחס להשערותו המקורית.

א. קטן

ב. שווה

ג. גדול

ד. אי אפשר לדעת.

- (8) במחקר על תוחלת אחת כשהשונות אינה ידועה, ככל שממוצע המדגם יהיה גדול יותר, גודל האפקט:

א. יגדל

ב. יקטן

ג. לא ישתנה.

ד. אי אפשר לדעת.

- (9) במחקר על תוחלת אחת כשהשונות אינה ידועה, ככל שהמדגם יהיה גדול יותר, גודל האפקט:

א. יגדל

ב. יקטן

ג. לא ישתנה.

ד. אי אפשר לדעת.

- 10** חוקרת ערכה שני מחקרים : במחקר א' היא השתמשה במבחן Z למדגם יחיד, ובמחקר ב' היא השתמשה במבחן T למדגם יחיד. בשני המחקרים השערת האפס הייתה זהה וגודל המדגם היה 50. החוקרת חישבה את גודל האפקט בשני המחקרים. במחקר א' נמצא גודל אפקט של 0.51, ובמחקר ב' גודל אפקט של 0.29. החוקרת החליטה לבצע את שני המחקרים שוב, אלא שכעת אספה מדגם של 100 משתתפים בכל מחקר. נניח שממוצעי המדגמים בפעם השנייה זהים לאלו מהפעם הראשונה. מה אפשר להגיד על גודל האפקט כעת?
- א. גודל האפקט יקטן במחקר א' ויגדל במחקר ב'.  
 ב. גודל האפקט יגדל במחקר א' ויגדל במחקר ב'.  
 ג. גודל האפקט לא ישתנה במחקר א' ולא ישתנה במחקר ב'.  
 ד. גודל האפקט לא ישתנה במחקר א', ואי אפשר לדעת כיצד ישתנה במחקר ב'.

## תשובות סופיות:

שאלה	תשובה
3	ב
4	א
5	ג
6	ב
7	ב
8	ד
9	ד
10	ד

- 1) א. משך ההריון  
 ג. התוצאה לא מובהקת, גודל האפקט : 0.577
- 2) 7.4
- תשובות לשאלות רב ברירה :**

## גודל האפקט בהסקה על תוחלת במדגמים מזווגים – רקע

בתהליך של בדיקת השערות אנו בודקים באופן דיכוטומי האם נדחה את השערת האפס או לא נדחה את השערת האפס. בכך אנו בודקים האם לגורם הנחקר יש או אין השפעה על המשתנה הכמותי הנחקר אבל אנו לא מודדים את גודל האפקט, כלומר את גודל ההשפעה של הגורם הנחקר על התוחלת. כעת נרצה לקבוע מהו גודל האפקט וכמה הוא משמעותי במחקר שמסתמך על מדגם מזווג.

**דוגמה:**

הטבלה הבאה מציגה את מספר שעות השינה לאחר קבלת תרופה שמטרתה להאריך את משך השינה, ומולן את מספר שעות השינה של אותו נבדק לפני קבלת התרופה.

6	5.5	6.5	5.5	7	מספר שעות שינה לפני קבלת התרופה
7	8.5	6	7	8	מספר שעות שינה אחרי קבלת התרופה

מה הן השערות המחקר? מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

**גודל האפקט בהסקה על תוחלת ההפרש במדגם מזווג:**

$d = \frac{|\bar{D}|}{\hat{S}_D}$  : מדד כהן לגודל האפקט במבחן T למדגמים מזווגים מבוטא בנוסחה הבאה:

הערכים המקובלים כדי לדבר על משמעות גודל האפקט:

$d = 0.2$  אפקט קטן,

$d = 0.5$  אפקט בינוני,

$d = 0.8$  אפקט גדול.

**דוגמה:**

מהו גודל האפקט במחקר שהוצג?

## שאלות:

- (1) משרד הבריאות דגם 5 בריכות ציבוריות ובכל בריכה בדק את כמות הכלור בפני המים ובקרקעית הבריכה. להלן תוצאות המדגם שהתקבלו:
- |    |    |    |    |    |               |
|----|----|----|----|----|---------------|
| 30 | 20 | 15 | 20 | 10 | פני המים      |
| 40 | 15 | 15 | 25 | 15 | קרקעית הבריכה |
- נניח שההתפלגות של כמות הכלור בפני המים וגם בקרקעית הבריכה היא נורמלית.
- א. בדקו ברמת מובהקות של 10% האם קיים הבדל בין כמות הכלור על פני המים לכמות הכלור בקרקעית הבריכה.  
 ב. מהו גודל האפקט של מיקום המדידה?

### בשאלות הבאות יש לבחור בתשובה הנכונה ביותר:

- (2) במבחן T למדגם מזווג בעל השערה חד-צדדית שמאלית ברמת מובהקות של 0.05 נמצא אפקט מובהק. אם ההשערה הייתה נבחנת על אותו מדגם במבחן דו-זנבי באותה רמת מובהקות, גודל האפקט היה:
- א. קטן  
 ב. גדל  
 ג. נשאר ללא שינוי.  
 ד. אי אפשר לדעת.

- (3) בבדיקת השערות על תוחלת ההפרש במדגם מזווג אנו מסמנים את סטטיסטי המבחן ב- $t$  (נניח שהשערת האפס היא שתוחלת ההפרש היא אפס). מה יהיה הקשר המתמטי בין מדד כהן,  $d$ , לסטטיסטי המבחן,  $t$ ?
- א.  $d = n \cdot t$   
 ב.  $d = \sqrt{n} \cdot t$   
 ג.  $d = \frac{t}{\sqrt{n}}$   
 ד.  $d = t$

- (4) בבדיקת השערות על תוחלת ההפרש במדגם מזווג, כיצד סטיית התקן של ההפרשים במדגם משפיעה על גודל האפקט?
- א. ככל שסטיית התקן גדלה, גודל האפקט גדל.  
 ב. ככל שסטיית התקן גדל, גודל האפקט קטן.  
 ג. סטיית התקן לא משפיעה על גודל האפקט.  
 ד. אי אפשר לדעת כיצד סטיית התקן תשפיע על גודל האפקט.

5) בבדיקת השערות על תוחלת ההפרש במדגם מזווג, ככל שממוצע ההפרשים במדגם יהיה גדול יותר, גודל האפקט:

- א. יגדל
- ב. יקטן
- ג. לא ישתנה.
- ד. אי אפשר לדעת.

6) בבדיקת השערות על תוחלת ההפרש במדגם מזווג, ככל שגודל המדגם יהיה גדול יותר, גודל האפקט:

- א. יגדל
- ב. יקטן
- ג. לא ישתנה.
- ד. אי אפשר לדעת.

7) רוצים לבדוק האם בתקופת משחקי היורו מכירות הפיצוחים גדלות. לשם כך דגמו 15 פיצוציות ומדדו בכל פיצוצייה את  $X_i$ , משקל הפיצוחים בק"ג שנמכרו בשבוע שלפני תחילת משחקי היורו, ואת  $Y_i$ , משקל הפיצוחים שנמכרו במהלך שבוע של משחקי היורו. במחקר התקבלה מובהקות תוצאה של 6%. גודל האפקט הוא:

- א. קטן
- ב. בינוני
- ג. גדול
- ד. אי אפשר לדעת.

## תשובות סופיות:

- 1) א. לא נדחה את  $H_0$ .  
ב. 0.526

שאלה	תשובה
2	ג
3	ב
4	ב
5	ד
6	ד
7	ד

תשובות לשאלות רב בררה:

## גודל האפקט בהסקה על הפרש תוחלות במדגמים בלתי תלויים – רקע

בבדיקת השערות על הפרש תוחלות על סמך מדגמים בלתי תלויים אנו מסיקים בסופו של מחקר האם למשתנה הבלתי תלוי יש השפעה חיובית או שלילית או האם בכלל יש לו השפעה על המשתנה התלוי. המסקנה היא דיכוטומית – יש או אין אפקט. גודל האפקט מבטא את **מידת** ההשפעה של המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה תלוי, מעבר לקביעה אם יש או אין השפעה. במקרה שבו אנו דנים המשתנה הבלתי תלוי הוא המשתנה שיוצר את שתי הקבוצות (grouping variable), והמשתנה התלוי הוא המשתנה הכמותי שבמחקר (dependent variable).

### דוגמה:

אורך חיי המדף של גבינה צהובה מתפלג נורמלית. מחקר צרכני השווה בין גבינה צהובה עם חומרים משמרים לגבינה צהובה חדשה ללא חומרים משמרים. נדגמו מספר חבילות מכל סוג, ובדקו את אורך חיי המדף (בימים) של כל חבילת גבינה. התוצאות סוכמו בטבלה הבאה:

נניח שסטיית התקן של התפלגות אורך חיי המדף של גבינה צהובה עם חומרים משמרים זהה לזו של גבינה צהובה ללא חומרים משמרים.

ללא חומרים משמרים	עם חומרים משמרים	סוג הגבינה
9	11	גודל המדגם
31	38	ממוצע המדגם
6	4	סטיית התקן המדגמית

- 1) מהו המשתנה הבלתי תלוי?
- 2) מהו המשתנה התלוי?
- 3) מהו הפרמטר הנחקר?
- 4) מה המשמעות של קיום אפקט?
- 5) מה המשמעות של גודל האפקט?



### חישוב גודל האפקט:

מדד כהן מבטא את גודל האפקט על ידי הנוסחה הבאה:  $d = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\hat{S}_p}$

ביטוי זה נקרא גם "Hedges' g".

1.  $\bar{X}_1$  – הממוצע של מדגם 1.

2.  $\bar{X}_2$  – הממוצע של מדגם 2.

השונוות המדגמית המשוקללת.  $\hat{S}_p^2 = \frac{(n_1 - 1)\hat{S}_1^2 + (n_2 - 1)\hat{S}_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

הערכים המקובלים כדי לדבר על משמעות גודל האפקט:

$d = 0.2$  אפקט קטן,

$d = 0.5$  אפקט בינוני,

$d = 0.8$  אפקט גדול.

### דוגמה:

בדקו ברמת מובהקות של 5% האם קיים הבדל בין תוחלת החיים של גבינה צהובה עם חומרים משמרים לבין תוחלת החיים של הגבינה החדשה ללא החומרים המשמרים. חשבו את גודל האפקט בדוגמה, והסבירו את משמעות התוצאה.

## שאלות:

- (1) רצו לבדוק האם תוחלת זמן ההאזנה היומי לרדיו באזור המרכז שונה מזו של אזור הדרום. לשם כך נבחרו באקראי 30 משתתפים מכל אזור. נסמן  $X_i$  – זמן האזנה יומי של משתתף  $i$  מאזור המרכז  $i = 1 \dots 30$ ;  $Y_j$  – זמן האזנה יומי של משתתף  $j$  מאזור הדרום  $j = 1 \dots 30$ .
- התוצאות שהתקבלו:  $\sum_{i=1}^{30} x_i = 42$ ,  $\sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 65$ ,  $\sum_{j=1}^{30} y_j = 51$ ,  $\sum_{j=1}^{30} y_j^2 = 93$ .
- נניח שזמן ההאזנה בכל אזור מתפלג נורמלית עם אותה השונות.
- א. מהו המשתנה הבלתי תלוי ומהו המשתנה התלוי במחקר זה?  
 ב. חשבו את גודל האפקט במחקר זה. הסבירו את המשמעות שלו.
- (2) בנק מתלבט האם לפתוח סניף באזור A או באזור B. לצורך כך הוא דגם 50 אנשים מאזור A ובדק את המשכורות שלהם. המשכורת הממוצעת במדגם היא 11,800, וסטיית התקן המדגמית 2,400. כמו כן נדגמו 40 אנשים מאזור B. ממוצע המדגם שהתקבל הוא 12,600, וסטיית התקן המדגמית 2,500. נניח שוויון בין סטיות התקן של שתי האוכלוסיות. אמדו את גודל האפקט שיש לאזור. האם זהו אפקט משמעותי?

### בשאלות הבאות יש לבחור את התשובה הנכונה ביותר:

- (3) במסגרת בדיקת השערות באמצעות מבחן T למדגמים בלתי תלויים, נמצא שממוצע הציונים בקורס בסטטיסטיקה של מדגם של סטודנטיות היה 85 עם סטיית תקן 5, וממוצע הציונים של מדגם של סטודנטים היה 80 עם סטיית תקן 5. בדיעבד התברר כי הנתונים לא כללו את ההישגים של שני בנים נוספים, שציוניהם היו 78 ו-79. כיצד הוספת נתוניהם של שני הבנים הללו תשפיע על גודל האפקט?
- א. גודל האפקט יגדל.  
 ב. גודל האפקט יקטן.  
 ג. גודל האפקט לא ישתנה.  
 ד. אי אפשר לדעת.
- (4) במסגרת בדיקת השערות באמצעות מבחן T למדגמים בלתי תלויים, נמצא גודל אפקט של 1.2. איזה מהמשפטים הבאים נכון?
- א. האפקט גדול, ולכן האפקט מובהק.  
 ב. לא ייתכן אפקט בגודל כזה.  
 ג. האפקט קטן, ולכן האפקט לא מובהק.  
 ד. אי אפשר ללמוד מגודל האפקט בלבד האם האפקט מובהק.

5) סוציולוג רצה להשוות בין השכר של עובדי מטבח לזה של עובדי ניקיון. לצורך הבדיקה הוא דגם מקרית עובדי מטבח ומצא כי ממוצע ההכנסה במדגם הוא 8,000 ₪ עם סטיית תקן של 500 ₪. ממוצע ההכנסה של עובדי ניקיון שנדגמו מקרית היה 7,000 ₪ עם סטיית תקן של 500 ₪. מהו גודל האפקט?

א. 2

ב. 0.5

ג. 1

ד. אי אפשר לדעת כיוון שגודלי המדגמים אינם נתונים.

6) חוקרים רצו לבדוק את הקשר בין מגדר ובין מספר הקשרים הזוגיים שהיו לפרט במהלך חייו. לצורך כך במחקר א' נדגמו 10 גברים ו-10 נשים. במחקר ב' הוחלט לשלש את מספר הנבדקים בכל קבוצת מחקר. אם ידוע כי גם ההפרש בין ממוצעי המדגמים וגם אומדן השונות המשוקללת זהים בשני המחקרים, אז גודל האפקט במחקר א' \_\_\_\_\_ גודל האפקט במחקר ב'.

א. גדול מ-

ב. קטן מ-

ג. שווה ל-

ד. לא ידוע ביחס ל-

7) בבדיקת השערות על הפרש תוחלות במדגמים בלתי תלויים אנו מסמנים את סטטיסטי המבחן ב- $t$  (נניח שהשערת האפס היא שתוחלת ההפרש היא אפס). מה יהיה הקשר המתמטי בין מדד כהן ( $d$ ) ובין סטטיסטי המבחן ( $t$ )?

$$d = (n_1 + n_2) \cdot t \quad \text{א.}$$

$$d = \sqrt{n_1 + n_2} \cdot t \quad \text{ב.}$$

$$d = \frac{t}{\sqrt{n_1 + n_2}} \quad \text{ג.}$$

$$d = t \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad \text{ד.}$$

הפוטוגניות של בתחרות X	80	78	ממוצע
	10	6	סטיית תקן

8) להלן נתונים על מידת ארבעה מתמודדים Factor, וארבעה בתחרות The Voice :

מתמודדים	The Voice	X Factor	
	68	80	ממוצע
	20	12	סטיית תקן

להלן נתונים על רמת השירה של אותם מתמודדים :

האם סוג התחרות משפיע יותר על הפוטוגניות של המתמודדים או על רמת השירה שלהם?

- א. על הפוטוגניות.
- ב. על השירה.
- ג. על הפוטוגניות והשירה באותה המידה.
- ד. אי אפשר לדעת.

## תשובות סופיות:

1) ב. 0.65

2) 0.33

תשובות לשאלות רב בררה :

שאלה	תשובה
3	א
4	ד
5	א
6	ג
7	ד
8	א

## גודל האפקט במבחן ניתוח שונות (ANOVA) – רקע

בניתוח שונות יש משתנה שמבדיל בין הקבוצות השונות, הוא המשתנה הבלתי תלוי, הנקרא גורם (factor). משתנה זה הוא קטגוריאלי עם  $k$  רמות (levels). כמו כן יש משתנה תלוי (dependent variable), שהוא משתנה כמותי. במבחן לניתוח שונות אנו בודקים האם לגורם, המשתנה הבלתי תלוי, יש השפעה על המשתנה התלוי. המסקנה היא דיכוטומית – אם יש או אין אפקט מובהק. מטרת גודל האפקט היא למדוד את גודל ההשפעה של המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי ולא רק לקבוע אם יש או אין השפעה עליו.

### דוגמה:

חברה שמייבאת סוללות מסוג AAA רצתה לבדוק האם לחברה המייצרת את הסוללה יש השפעה על תוחלת אורך החיים שלה. היא בדקה את אורך החיים (בשעות) של סוללות AAA של ארבע חברות שונות על סמך מדגם של 7 סוללות בכל חברה. להלן תוצאות ניתוח השונות שנעשה:

### ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.317	3	3.439	1.361	.279
Within Groups	60.648	24	2.527		
Total	70.964	27			

- (1) מהו המשתנה הבלתי תלוי?
- (2) מהו המשתנה התלוי?
- (3) האם למשתנה הבלתי תלוי יש אפקט מובהק, בדוק ברמת מובהקות של 5%?

## מדד אטא בריבוע לחישוב גודל האפקט

מדד אטא בריבוע לחישוב גודל האפקט יהיה:  $\eta^2 = \frac{SSB}{SST}$ .

המדד יקבל ערכים בין 0 ל-1. בתרגום לאחוזים, מדד זה מציין איזה אחוז מהשונות הכללית של המשתנה התלוי מוסבר על ידי המשתנה הבלתי תלוי.

### תזכורת:

סכום ריבועים בין הקבוצות:  $SSB = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$ .

סכום ריבועים בתוך הקבוצות:  $SSW = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \hat{S}_i^2$ .

סכום ריבועים כללי:  $SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2$ .

תמיד מתקיים ש:  $SST = SSB + SSW$ .

על פי כהן, במחקרים בתחום מדעי ההתנהגות:

$\eta^2 = 0.01$  ייחשב קטן,

$\eta^2 = 0.06$  ייחשב בינוני,

$\eta^2 = 0.14$  ייחשב גדול.

### דוגמה:

מהו גודל האפקט? מה משמעותו?



## שאלות:

1) חברת תרופות לקחה 15 אנשים ברמת בריאות דומה. החברה חילקה את האנשים לשלוש קבוצות שוות בגודלן. לכל קבוצה ניתנה אותה תרופה במינון שונה. המינונים שניתנו הם: 10 מ"ג, 20 מ"ג ו-30 מ"ג. שעה לאחר זמן נטילת התרופה נבדק הדופק (pulse) של כל אדם. הנתונים הוזנו לתוכנה סטטיסטית, והתקבלו התוצאות הבאות:

### ANOVA

Pulse

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	414.400	2	207.200	19.733	.000
Within Groups	126.000	12	10.500		
Total	540.400	14			

- א. מהו המשתנה הבלתי תלוי ומהו המשתנה התלוי במחקר?
- ב. האם למשתנה הבלתי תלוי יש אפקט מובהק?
- ג. מהו גודל האפקט?



- (2) אחת מהתופעות הנפוצות ביותר בקרב הסובלים מהפרעה טורדנית כפייתית (OCD) היא שטיפת ידיים בתדירות גבוהה. במחקר השתתפו 21 אנשים אשר סובלים משטיפת ידיים כפייתית. הם חולקו לשלוש קבוצות.  
 קבוצה 1: קיבלה במשך חודש פלסבו (תרופה ללא חומר פעיל).  
 קבוצה 2: קיבלה במשך חודש ציפרלקס (תרופה לטיפול ב-OCD).  
 קבוצה 3: לא קיבלה טיפול תרופתי, אך עברה טיפול קוגניטיבי התנהגותי (CBT).  
 כעבור חודש של טיפול ספרו במשך יממה את מספר הפעמים שכל נבדק שטף את הידיים (number). להלן התוצאות שהתקבלו:

### Descriptives

number

	N	Mean	Std. Deviation
1.00	7	19.8571	2.11570
2.00	7	31.2857	48.39323
3.00	7	22.1429	1.67616
Total	21	24.4286	27.02512

### ANOVA

number

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	512.000	A	256.000	.327	.725
Within Groups	14095.143	B	783.063		
Total	14607.143				

- א. מהו המשתנה הבלתי תלוי במחקר זה?
- ב. מה הם הערכים החסרים בטבלה המסומנים ב-A ו-B?
- ג. האם לסוג הטיפול יש השפעה על מספר שטיפות הידיים ביממה? בדקו ברמת מובהקות של 10%.
- ד. מהו גודל האפקט במחקר ומה משמעותו?

**בשאלות הבאות יש לבחור את התשובה הנכונה ביותר:**

**(3)** במסגרת בדיקת השערות באמצעות מבחן ניתוח שונות חד-גורמי, נמצא שמדד אטא בריבוע הוא 1.2. איזה מהמשפטים הבאים נכון?

- א. האפקט גדול לכן האפקט מובהק.
- ב. לא ייתכן אפקט בגודל כזה.
- ג. האפקט קטן לכן האפקט לא מובהק.
- ד. אי אפשר ללמוד מגודל האפקט בלבד האם האפקט מובהק.

**(4)** מתי מדד אטא בריבוע יהיה אפס?

- א. כשכל התצפיות במחקר יהיו זהות זו לזו.
- ב. כשהמוצע בכל קבוצה (בכל רמה של המשתנה הבלתי תלוי) יהיה זהה לזה של הקבוצות האחרות.
- ג. כשהתצפיות בתוך כל קבוצה (בכל רמה של המשתנה הבלתי תלוי) יהיו זהות זו לזו.
- ד. מקרה זה בלתי אפשרי.

**(5)** מתי מדד אטא בריבוע יהיה 1?

- א. כשכל התצפיות במחקר יהיו זהות זו לזו.
- ב. כשהמוצע בכל קבוצה (בכל רמה של המשתנה הבלתי תלוי) יהיה זהה לזה של הקבוצות האחרות.
- ג. כשהתצפיות בתוך כל קבוצה (בכל רמה של המשתנה הבלתי תלוי) יהיו זהות זו לזו.
- ד. מקרה זה בלתי אפשרי.

**(6)** בניתוח השונות הוסק שלמשתנה הבלתי תלוי אפקט מובהק, ברמת מובהקות של 5%, ולכן:

- א. גודל האפקט יהיה גדול.
- ב. גודל האפקט יהיה בינוני.
- ג. גודל האפקט יהיה קטן.
- ד. אי אפשר לדעת מה יהיה גודל האפקט.

## תשובות סופיות:

- (1) ג. ב. כן  
0.767
- (2) ג. לא  $A=2, B=18$   
0.035 ד.

שאלה	תשובה
3	ב
4	ב
5	ג
6	ד

תשובות לשאלות רב בררה: