

## תוכן העניינים:

3	מבחנים אפרמטרים למדגמים מזווגים
3	מבחן הסימן – רקע
4	שאלות:
5	תשובות סופיות:
6	מבחן הסימן (שימוש בטבלה של התפלגות בינומית) – רקע
8	שאלות:
9	תשובות סופיות:
10	מבחן הסימן (שימוש בקירוב הנורמלי) – רקע
12	שאלות:
13	תשובות סופיות:
14	ניתוח פלטים במבחן הסימן
15	שאלות:
16	תשובות סופיות:
17	מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים לפי שיטת המנייה – רקע
19	שאלות:
19	תשובות סופיות:
20	מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים (על ידי שימוש בטבלה של ערכים קריטיים) – רקע
22	שאלות:
23	תשובות סופיות:
24	מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים (על ידי שימוש בקירוב הנורמלי) – רקע
26	שאלות:
26	תשובות סופיות:
27	ניתוח פלטי SPSS במבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים – רקע
29	שאלות:
30	תשובות סופיות:
31	זיהוי מבחנים סטטיסטיים – רקע
32	שאלות:
33	תשובות סופיות:
34	מבחן מקנמר – רקע
34	שאלות:
35	תשובות סופיות:
36	מבחן מקנמר (דו צדדי) – רקע

שאלות: 37.....

תשובות סופיות: 37.....

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

# מבחנים אפרמטרים למדגמים מזווגים

## מבחן הסימן – רקע

מבחן הסימן הוא מבחן שמשמש בשימוש בו כאשר לפנינו מדגם מזווג ולא ניתן להניח שהמשתנה הנחקר מתפלג נורמלית.  
גם אם המשתנה הנחקר מתפלג נורמלית ניתן לבצע את מבחן הסימן אבל מבחן T למדגמים מזווגים יהיה מבחן עם עוצמה גבוהה יותר ולכן יש לבצע אותו.  
מבחן הסימן נחשב למבחן אפרמטרי – מבחנים אפרמטרים הינם כל המבחנים שאינם דורשים שהמשתנה הנחקר יתפלג נורמלית.  
מבחן הסימן נקרא כך כיוון שהוא דורש הגדרת סימן לכל תצפית:

(+) – אם מצב X גבוה ממצב Y.

(-) – אם מצב Y גבוה ממצב X.

(0) – אין הבדל בין המצבים.

במבחן הסימן נתעלם מהפרשים שהם 0, ולכן נסמן את מספר ההפרשים האפקטיביים (השוניים מאפס) ב- $n^*$ .

תחת השערת האפס נאמר שהסיכוי לקבל הפרש חיובי ( $p+$ ) שווה לסיכוי לקבל הפרש שלילי ( $p-$ ).

### השערות המבחן:

$$\begin{array}{l} H_0 : P_- = 0.5 \\ H_1 : P_- \neq, <, > 0.5 \end{array} \quad \text{או} \quad \begin{array}{l} H_0 : P_+ = 0.5 \\ H_1 : P_+ \neq, <, > 0.5 \end{array}$$

נסמן ב  $n(+)$  או ב  $S_+$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (+), ובאופן דומה: נסמן ב  $n(-)$  או ב  $S_-$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (-).

ניתן לומר שבהנחת השערת האפס:  $n(+), n(-) \sim B(n^*, 0.5)$ .

נחשב את PV על סמך תוצאות המדגם בעזרת ההתפלגות הבינומית כך שאם  $PV \leq \alpha$  נדחה את השערת האפס.

במבחן הסימן אין התייחסות לגודל הפער בתצפיות אלא רק את כיוון ההבדל.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

קופות החולים טוענות כי רכישת תרופות שאינן דורשות מרשם רופא, הינן זולות יותר אצלן מאשר מברשתות הפארם. דגמו 11 תרופות ובדקו את מחירן בבית המרקחת של קופות החולים וברשת הפארם. המחיר המוצג הינו עבור קפסולה בודדת :  
בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.

שם התרופה	קופת חולים	פארם
אדוויל	1.2	1.5
אקמול	2.6	2.6
אופטלגין	0.9	1.4
פוסטינור	3.5	3.2
סטרפסיל	1.1	1.4
נורפן	1.7	1.8
לורסטין	0.8	1.1
קולדקס	1.5	2
אלרגיז	2	2.8
נוסידקס	2	2.5
קורמיר	3	3.3

**שאלות:**

- 1) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב. להלן התוצאות שהתקבלו :

א	62	74	68	94	82	67	65	84	78	80
ב	70	80	70	90	77	67	80	86	79	82

- א. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.  
 ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של 2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?
- 2) מעוניינים לבדוק האם ההוצאות על "גיאנק פוד" בקרב הסטודנטים רבות יותר בזמן הלימודים לעומת ימי החופשה.  
 נדגמו 15 סטודנטים מקריים, אצל 13 ההוצאות בתקופת הלימודים היו גבוהות יותר מימי החופשה ואצל 2 נמוכות יותר.  
 מה מסקנתך בר"מ של 0.05?

3) מעוניינים לבדוק האם סם מסוים משפיע על לחץ הדם. נלקחו 24 אנשים אשר נמדד להם לחץ הדם לאחר מכן ניתן להם הסם ושוב מדדו להם את לחץ הדם. לחמישה אנשים לחץ הדם לא השתנה ל 15 אנשים לחץ הדם עלה וליתר לחץ הדם ירד אחרי לקיחת הסם. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 5%?

4) במדגם שנעשה על 15 משפחות השוו את רמת הביטחון העצמי של הבכור במשפחה לעומת הצעיר שבמשפחה. תוצאות המדגם הראו שאצל 7 משפחות רמת הביטחון העצמי של הבכור הייתה גבוהה יותר, אצל 3 משפחות רמת הביטחון העצמי של הצעיר הייתה גבוהה יותר ואצל 5 משפחות לא נמצא הבדל בין האחים מבחינת רמת הביטחון העצמי. טענת החוקר הייתה שבמשפחות לבכור ביטחון עצמי גבוה מזה של הצעיר במשפחה.  
א. מהי רמת המובהקות המינימלית עבורה יוחלט לקבל את טענת החוקר?  
ב. רמת הביטחון הוערכה על ידי פסיכולוג זוטר. פסיכולוג בכיר ביצע הערכה מחודשת וקבע שלמשפחה אחת במדגם הייתה הערכה שגויה: הפסיכולוג הזוטר קבע שלצעיר במשפחה יש ביטחון עצמי יותר גבוה למרות שלאח הבכור יש ביטחון עצמי יותר גבוה במשפחה הזו.  
מה יקרה לרמת המובהקות המינימלית שחושבה בשאלה הקודמת?

5) איזה מהטענות הבאות נכונות?

א.  $n(+)+n(-)=n^*$

ב.  $n(+)+n(-)=n$

ג.  $n(+)=n(-)$

ד.  $n(+)-n(-)=n^*$

## תשובות סופיות:

1) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא תשתנה המסקנה.

2) נדחה  $H_0$ .

3) נדחה  $H_0$ .

4) א. 0.172 ב. תקטן

5) א'

## מבחן הסימן (שימוש בטבלה של התפלגות בינומית) – רקע

מבחן הסימן הוא מבחן שמשמששים בו כאשר לפנינו מדגם מזווג ולא ניתן להניח שהמשתנה הנחקר מתפלג נורמלית.

גם אם המשתנה הנחקר מתפלג נורמלית ניתן לבצע את מבחן הסימן אבל מבחן T למדגמים מזווגים יהיה מבחן עם עוצמה גבוהה יותר ולכן יש לבצע אותו. מבחן הסימן נחשב למבחן אפרמטרי - מבחנים אפרמטרים הינם כל המבחנים שאינם דורשים שהמשתנה הנחקר יתפלג נורמלית.

מבחן הסימן נקרא כך כיוון שהוא דורש הגדרת סימן לכל תצפית:

(+) – אם מצב X גבוה ממצב Y.

(-) – אם מצב Y גבוה ממצב X.

(0) – אין הבדל בין המצבים.

במבחן הסימן נתעלם מהפרשים שהם 0, ולכן נסמן את מספר ההפרשים

האפקטיביים (השוניים מאפס) ב-  $n^*$ .

תחת השערת האפס נאמר שהסיכוי לקבל הפרש חיובי ( $p+$ ) שווה לסיכוי לקבל הפרש שלילי ( $p-$ ).

### השערות המבחן:

$$H_0 : P_- = 0.5$$

$$H_0 : P_+ = 0.5$$

$$H_1 : P_- \neq, <, > 0.5$$

$$H_1 : P_+ \neq, <, > 0.5$$

נסמן ב  $n(+)$  או ב  $S_+$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (+), ובאופן דומה:

נסמן ב  $n(-)$  או ב  $S_-$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (-).

ניתן לומר שבהנחת השערת האפס:  $n(+), n(-) \sim B(n^*, 0.5)$ .

נחשב את PV על סמך תוצאות המדגם בעזרת ההתפלגות הבינומית כך שאם

$$PV \leq \alpha$$

במבחן הסימן אין התייחסות לגודל הפער בתצפיות אלא רק את כיוון ההבדל.

במקום להציב בפונקציית ההסתברות של ההתפלגות הבינומית.

נשתמש בטבלה של פונקציית הסתברות המצטברת של ההתפלגות הבינומית עבור סיכוי של 0.5 להצלחה.

באמצעות הטבלה הבאה נוכל לחשב את PV.

**טבלת הסתברות בינומית (מצטברת) עבור  $p=0.5$**

$n \backslash X$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
5	031	188	500	812	969	†													
6	016	109	344	656	891	984	†												
7	008	062	227	500	773	938	992	†											
8	004	035	145	363	637	855	965	996	†										
9	002	020	090	254	500	746	910	980	998	†									
10	001	011	055	172	377	623	828	945	989	999	†								
11		006	033	113	274	500	726	887	967	994	†	†							
12		003	019	073	194	387	613	806	927	981	997	†	†						
13		002	011	046	133	291	500	709	867	954	989	998	†	†					
14		001	006	029	090	212	395	605	788	910	971	991	999	†	†				
15			004	018	059	151	304	500	696	849	941	982	996	†	†	†			
16			002	011	038	105	227	402	598	773	895	962	989	998	†	†			
17			001	006	025	072	166	315	500	685	834	928	975	994	999	†			
18			001	004	015	048	119	240	407	593	760	881	952	985	996	999			
19				002	010	032	084	180	324	500	676	820	916	968	990	998			
20				001	006	021	058	132	252	412	588	748	868	942	979	994			
21					001	004	013	039	095	192	332	500	668	808	905	961	987		
22						002	008	026	067	143	262	416	584	738	857	933	974		
23							001	005	017	047	105	202	339	500	661	798	895	953	
24								001	003	011	032	076	154	271	419	581	729	846	924
25									002	007	022	054	115	212	345	500	655	788	885

**דוגמה: (פתרון בהקלטה)**

קופות החולים טוענות כי רכישת תרופות שאינן דורשות מרשם רופא, הינן זולות יותר אצלן מאשר מברשתות הפארם. דגמו 11 תרופות ובדקו את מחירן בבית המרקחת של קופות החולים וברשת הפארם. המחיר המוצג הינו עבור קפסולה בודדת. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.

פארם	קופת חולים	שם התרופה
1.5	1.2	אדוויל
2.6	2.6	אקמול
1.4	0.9	אופטלגין
3.2	3.5	פוסטינור
1.4	1.1	סטרפסיל
1.8	1.7	נורפן
1.1	0.8	לורסטין
2	1.5	קולדקס
2.8	2	אלרגיז
2.5	2	נוסידקס
3.3	3	קורמיר

## שאלות:

- (1) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב.

80	78	84	65	67	82	94	68	74	62	א
82	79	86	80	67	77	90	70	80	70	ב

להלן התוצאות שהתקבלו:

- א. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.  
 ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של 2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?
- (2) מעוניינים לבדוק האם ההוצאות על "גיאנק פוד" בקרב הסטודנטים רבות יותר בזמן הלימודים לעומת ימי החופשה. נדגמו 15 סטודנטים מקריים, אצל 13 ההוצאות בתקופת הלימודים היו גבוהות יותר מימי החופשה ואצל 2 נמוכות יותר. מה מסקנתך בר"מ של 0.05?

- (3) מעוניינים לבדוק האם סם מסוים משפיע על לחץ הדם. נלקחו 24 אנשים אשר נמדד להם לחץ הדם לאחר מכן ניתן להם הסם ושוב מדדו להם את לחץ הדם. לחמישה אנשים לחץ הדם לא השתנה ל 15 אנשים לחץ הדם עלה וליתר לחץ הדם ירד אחרי לקיחת הסם. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 5%?

- (4) במדגם שנעשה על 15 משפחות השוו את רמת הביטחון העצמי של הבכור במשפחה לעומת הצעיר שבמשפחה. תוצאות המדגם הראו שאצל 7 משפחות רמת הביטחון העצמי של הבכור הייתה גבוהה יותר, אצל 3 משפחות רמת הביטחון העצמי של הצעיר הייתה גבוהה יותר ואצל 5 משפחות לא נמצא הבדל בין האחים מבחינת רמת הביטחון העצמי. טענת החוקר הייתה שבמשפחות לבכור ביטחון עצמי גבוה מזה של הצעיר במשפחה.
- א. מהי רמת המובהקות המינימלית עבורה יוחלט לקבל את טענת החוקר?  
 ב. רמת הביטחון הוערכה על ידי פסיכולוג זוטר. פסיכולוג בכיר ביצע הערכה מחודשת וקבע שלמשפחה אחת במדגם הייתה הערכה שגויה: הפסיכולוג הזוטר קבע שלצעיר במשפחה יש ביטחון עצמי יותר גבוה למרות שלאח הבכור יש ביטחון עצמי יותר גבוה במשפחה הזו.  
 מה יקרה לרמת המובהקות המינימלית שחושבה בשאלה הקודמת?

- (5) איזה מהטענות הבאות נכונות?

א.  $n(+) + n(-) = n^*$

ב.  $n(+) + n(-) = n$

ג.  $n(+) = n(-)$



$$n(+)-n(-)=n^* \quad \text{ד.}$$

## תשובות סופיות:

- (1) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא תשתנה המסקנה.
- (2) נדחה  $H_0$ .
- (3) נדחה  $H_0$ .
- (4) א. 0.172 ב. תקטן
- (5) א'

## מבחן הסימן (שימוש בקירוב הנורמלי) – רקע

מבחן הסימן הוא מבחן שמשתמשים בו כאשר לפנינו מדגם מזווג ולא ניתן להניח שהמשתנה הנחקר מתפלג נורמלית.  
 גם אם המשתנה הנחקר מתפלג נורמלית ניתן לבצע את מבחן הסימן אבל מבחן T למדגמים מזווגים יהיה מבחן עם עוצמה גבוהה יותר ולכן יש לבצע אותו.  
 מבחן הסימן נחשב למבחן אפרמטרי – מבחנים אפרמטרים הינם כל המבחנים שאינם דורשים שהמשתנה הנחקר יתפלג נורמלית.  
 מבחן הסימן נקרא כך כיוון שהוא דורש הגדרת סימן לכל תצפית:

(+) – אם מצב X גבוה ממצב Y.

(-) – אם מצב Y גבוה ממצב X.

(0) – אין הבדל בין המצבים.

במבחן הסימן נתעלם מהפרשים שהם 0, ולכן נסמן את מספר ההפרשים

האפקטיביים (השוניים מאפס) ב-  $n^*$ .

תחת השערת האפס נאמר שהסיכוי לקבל הפרש חיובי ( $p+$ ) שווה לסיכוי לקבל הפרש שלילי ( $p-$ ).

### השערות המבחן:

$$\begin{array}{ll} H_0 : P_- = 0.5 & \text{או} & H_0 : P_+ = 0.5 \\ H_1 : P_- \neq, <, > 0.5 & & H_1 : P_+ \neq, <, > 0.5 \end{array}$$

נסמן ב  $n(+)$  או ב  $S_+$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (+), ובאופן דומה: נסמן ב  $n(-)$  או ב  $S_-$  את מספר התצפיות שקיבלו את הערך (-).

ניתן לומר שבהנחת השערת האפס:  $n(+), n(-) \sim B(n^*, 0.5)$ .

נחשב את PV על סמך תוצאות המדגם בעזרת ההתפלגות הבינומית כך שאם  $PV \leq \alpha$  נדחה את השערת האפס.

במבחן הסימן אין התייחסות לגודל הפער בתצפיות אלא רק את כיוון ההבדל. אם התנאים לקירוב נורמלי מתקיימים ניתן להמיר את ההתפלגות הבינומית להתפלגות נורמלית:

אם:  $n^* \cdot 0.5 \geq 5$

אז:  $S_{\pm} \sim N\left(n^* \cdot \frac{1}{2}, n^* \cdot \frac{1}{4}\right)$

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

קופות החולים טוענות כי רכישת תרופות שאינן דורשות מרשם רופא, הינן זולות יותר אצלן מאשר מברשתות הפארם. דגמו 11 תרופות ובדקו את מחירן בבית המרקחת של קופות החולים וברשת הפארם. המחיר המוצג הינו עבור קפסולה בודדת. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.

שם התרופה	קופת חולים	פארם
אדוויל	1.2	1.5
אקמול	2.6	2.6
אופטלגין	0.9	1.4
פוסטינור	3.5	3.2
סטרפסיל	1.1	1.4
נורפן	1.7	1.8
לורסטין	0.8	1.1
קולדקס	1.5	2
אלרגיז	2	2.8
נוסידקס	2	2.5
קורמיר	3	3.3

## שאלות:

- (1) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב. להלן התוצאות שהתקבלו:

80	78	84	65	67	82	94	68	74	62	א
82	79	86	80	67	77	90	70	80	70	ב

- א. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן הסימן.  
 ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של 2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?
- (2) מעוניינים לבדוק האם ההוצאות על "ג'אנק פוד" בקרב הסטודנטים רבות יותר בזמן הלימודים לעומת ימי החופשה. נדגמו 15 סטודנטים מקריים, אצל 13 ההוצאות בתקופת הלימודים היו גבוהות יותר מימי החופשה ואצל 2 נמוכות יותר. מה מסקנתך בר"מ של 0.05?
- (3) מעוניינים לבדוק האם סם מסוים משפיע על לחץ הדם. נלקחו 24 אנשים אשר נמדד להם לחץ הדם לאחר מכן ניתן להם הסם ושוב מדדו להם את לחץ הדם. לחמישה אנשים לחץ הדם לא השתנה ל 15 אנשים לחץ הדם עלה וליתר לחץ הדם ירד אחרי לקיחת הסם. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 5%?
- (4) במדגם שנעשה על 15 משפחות השוו את רמת הביטחון העצמי של הבכור במשפחה לעומת הצעיר שבמשפחה. תוצאות המדגם הראו שאצל 7 משפחות רמת הביטחון העצמי של הבכור הייתה גבוהה יותר, אצל 3 משפחות רמת הביטחון העצמי של הצעיר הייתה גבוהה יותר ואצל 5 משפחות לא נמצא הבדל בין האחים מבחינת רמת הביטחון העצמי. טענת החוקר הייתה שבמשפחות לבכור ביטחון עצמי גבוה מזה של הצעיר במשפחה.  
 א. מהי רמת המובהקות המינימלית עבורה יוחלט לקבל את טענת החוקר?  
 ב. רמת הביטחון הוערכה על ידי פסיכולוג זוטר. פסיכולוג בכיר ביצע הערכה מחודשת וקבע שלמשפחה אחת במדגם הייתה הערכה שגויה: הפסיכולוג הזוטר קבע שלצעיר במשפחה יש ביטחון עצמי יותר גבוה למרות שלאח הבכור יש ביטחון עצמי יותר גבוה במשפחה הזו. מה יקרה לרמת המובהקות המינימלית שחושבה בשאלה הקודמת?

- (5) איזה מהטענות הבאות נכונות?

א.  $n(+) + n(-) = n^*$

ב.  $n(+) + n(-) = n$

ג.  $n(+) = n(-)$

ד.  $n(+) - n(-) = n^*$

## תשובות סופיות:

- (1) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא תשתנה המסקנה.
- (2) נדחה  $H_0$ .
- (3) נדחה  $H_0$ .
- (4) א. 0.172 ב. תקטן
- (5) א'

## ניתוח פלטים במבחן הסימן

דוגמה (פתרון בהקלטה) :

בדקו לאנשים את רמת הסוכר בדם בבוקר לעומת רמת הסוכר בלילה, ובצעו את מבחן הסימן. להלן הפלט שהתקבל. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם הסוכר בלילה גבוה מאשר בבוקר.

### Sign Test

		N
night-day	Negative Differences <sup>a</sup>	13
	Positive Differences <sup>b</sup>	27
	Ties <sup>c</sup>	5
	Total	45

a. day > night

b. day < night

c. day = night

	day - night
Z	-2,055
Asymp. Sig. (2-tailed)	,040

a. Sign Test

## שאלות:

- 1) מחקר בדק את רמת שביעות הרצון משירות לקוחות אחרי רפורמה שבוצעה בחברה. להלן תוצאות שהתקבלו כאשר שביעות הרצון הייתה בסקלה מ-1 ככל לא מרוצה ועד 5 מרוצה מאד.

4	1	1	4	5	4	2	5	4	5	4	2	Before
5	5	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	After

### Sign Test

#### Frequencies

		N
after-before	Negative Differences <sup>a</sup>	???
	Positive Differences <sup>b</sup>	???
	Ties <sup>c</sup>	???
	Total	???

- a. after < before  
b. after > before  
c. after = before

#### Test Statistics<sup>a</sup>

	after-before
Exact Sig. (2-tailed)	.289 <sup>b</sup>

- א. השלימו את סימני השאלה שבטבלה.  
ב. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם הרפורמה הייתה יעילה.  
ג. כיצד הייתה משתנה מובהקות התוצאה אם היו מוסיפים עוד 2 תצפיות שעבורם הפרש שביעות הרצון היה אפס?  
ד. כיצד הייתה משתנה מובהקות התוצאה של הפלט אם הינו מוסיפים תצפית כזו:

Before	After
5	4

(2) להלן פלט של מבחן הסימן:

### Sign Test

#### Frequencies

		N
time_after- time_before	Negative Differences <sup>a</sup>	27
	Positive Differences <sup>b</sup>	2
	Ties <sup>c</sup>	????
	Total	30

a. time\_after < time\_before

b. time\_after > time\_before

c. time\_after = time\_before

#### Test Statistics<sup>a</sup>

	time_after- time_before
Z	-4.457
Asymp. Sig. (2- tailed)	.000

a. Sign Test

- א. השלימו את החלק החסר שמסומן בסימן שאלה.  
 ב. מה הייתה מובהקות התוצאה אם ההשערה הייתה חד צדדית?  
 ג. מה היה קורה למובהקות התוצאה הרשומה בפלט אם תצפית אחת הייתה עוברת מההפרש החיובי להפרש השלילי?

### תשובות סופיות:

- (1) א. 2,6,4,12  
 ג. לא תשתנה המסקנה  
 ב. לא נדחה את השערת האפס  
 ד. תגדל  
 (2) א. 1  
 ב. 0 או 1



## מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים לפי שיטת המנייה – רקע

מתי נשתמש במבחן זה?

מבחן זה לא דורש הנחה של התפלגות נורמלית, אולם דורש ערכים מספריים המאפשרים חישוב הפרש בין ערכי  $X$  לערכי  $Y$ . מבחן זה הוא הגרסה הלא פרמטרית למבחן  $T$  למדגמים מזווג. נשתמש במבחן זה שיש משתנה כמותי שאינו מתפלג נורמלית או שיש משתנה מסולם סדר והמדגם הוא מזווג.

דוגמה (פתרון בהקלטה):

שני קונדיטורים מתחרים על מקום עבודה. נתנו לשניהם להכין 8 מאפים שונים כאשר כל אחד מהמאפים נאפה על ידי שניהם. בסופו של דבר בעל הקונדיטוריה נתן ציון לכל אחד מהאופים בעבור כל אחד מהמאפים. להלן הציונים שהתקבלו, ורוצים לבדוק האם אופה א טוב יותר מאופה ב.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

א. מהו המבחן הסטטיסטי המתאים?

ב. מהן השערות המחקר?

חישוב סטטיסטי המבחן:

1. נחשב את ההפרשים  $D_i$  לכל תצפית.
2. נוציא מהמדגם את כל התצפיות עם ההפרשים ששוים ל-0.
3. נדרג את ההפרשים הנותרים מהקטן אל הגדול בלי להתייחס לסימן ההפרש, כלומר מדרגים את הערכים המוחלטים של ההפרשים. הפרשים זהים מקבלים דרגה זהה שהיא הדרגה הממוצעת של המקומות שהם תופסים.
4. מסכמים את הדרגות של ההפרשים החיוביים ( $W+$ ) ואת הדרגות של ההפרשים השליליים ( $W-$ ).

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

חשבו את  $W$  על סמך תוצאות המדגם.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

**חישוב מובהקות התוצאה :**

כדי לחשב את מובהקות התוצאה נצטרך לדון בהתפלגות של  $W$  בהנחת השערת האפס. אם השערת האפס נכונה, לכל  $D_i$  יש את אותו סיכוי לקבל ערך חיובי או ערך שלילי כלומר 2 אפשרויות. ל  $n^*$  דרגות יש  $2n^*$  אפשרויות שונות, שוות הסתברות. לפי רעיון זה ניתן יהיה לחשב את מובהקות התוצאה.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

א. מהי מובהקות התוצאה?

ב. מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

## שאלות:

- (1) נדגמו 8 לקוחות שקיבלו שירות ממוקד טלפוני. לקוחות אלה נתבקשו לתת הערכה על יעילות השירות ועל האדיבות שבשירות. הציונים ניתנו בסקאלה מ-1 (הערכה הנמוכה) עד 10 (הערכה הגבוהה ביותר). להלן התוצאות שהתקבלו:

5	7	5	2	3	4	8	7	הערכה על יעילות השירות	X
4	7	10	8	6	7	7	8	הערכה על אדיבות השירות	Y

בדקו ברמת מובהקות של 5% האם קיים הבדל בין הערכה על יעילות השירות להערכה על אדיבות השירות?

- (2) רוצים לבדוק האם תרופה חדשה להקלת כאבי ראש יעילה יותר מתרופה מוכרת. לצורך כך נלקח מדגם בן 9 אנשים, שנתבקשו להשתמש בתרופה החדשה ובתרופה המוכרת, ולהשוות את יעילותה של התרופה החדשה ליעילות התרופה המוכרת. האנשים במחקר היו צריכים לתת הערכה של יעילות בסקלה של מ-1 עד 100. התוצאות שקיבל היו:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	הנבדק
86	100	69	81	75	80	100	90	95	תרופה חדשה
60	60	50	70	75	49	65	76	80	תרופה מוכרת

האם התרופה החדשה משפרת את היעילות ביותר מ 10 נקודות? בדקו ברמת מובהקות של 1%.

## תשובות סופיות:

- (1) לא נדחה  $H_0$ .
- (2) לא נדחה  $H_0$ .

## מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים (על ידי שימוש בטבלה של ערכים קריטיים) – רקע

מתי נשתמש במבחן זה?

מבחן זה לא דורש הנחה של התפלגות נורמלית, אולם דורש ערכים מספריים המאפשרים חישוב הפרש בין ערכי  $X$  לערכי  $Y$ . מבחן זה הוא הגרסה הלא פרמטרית למבחן T למדגמים מזווג. נשתמש במבחן זה שיש משתנה כמותי שאינו מתפלג נורמלית או שיש משתנה מסולם סדר על מדגם מזווג.

דוגמה (פתרון בהקלטה):

שני קונדיטורים מתחרים על מקום עבודה. נתנו לשניהם להכין 8 מאפים שונים כאשר כל אחד מהמאפים נאפה על ידי שניהם. בסופו של דבר בעל הקונדיטוריה נתן ציון לכל אחד מהאופים בעבור כל אחד מהמאפים. להלן הציונים שהתקבלו, ורוצים לבדוק שאופה א טוב יותר מאופה ב.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

א. מהו המבחן הסטטיסטי המתאים?

ב. מהן השערות המחקר?

חישוב סטטיסטי המבחן:

- נחשב את ההפרשים  $D_i$  לכל תצפית.
- נוציא מהמדגם את כל התצפיות עם ההפרשים ששוים ל-0.
- נדרג את ההפרשים הנותרים מהקטן אל הגדול בלי להתייחס לסימן ההפרש, כלומר מדרגים את הערכים המוחלטים של ההפרשים. הפרשים זהים מקבלים דרגה זהה שהיא הדרגה הממוצעת של המקומות שהם תופסים.
- מסכמים את הדרגות של ההפרשים החיוביים ( $W +$ ) ואת הדרגות של ההפרשים השליליים ( $W -$ ).
- $W$  יהיה  $W +$  או  $W -$ , זה שאמור להיות יותר קטן לפי השערת המחקר או הקטן מבניהם אם ההשערה היא זו צדדית.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

חשבו את  $W$  על סמך תוצאות המדגם.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

**כלל הכרעה:**

במבחן ווילקוקסון זה כלל ההכרעה הוא: נדחה את  $H_0$  אם  $W \leq W_c$ .  
 כאשר,  $W_c$  - הערך הקריטי;  $W$  - הסטטיסטי.  
 את הערכים הקריטיים נחלץ מתוך טבלה מתאימה:

$n_1$	חד-צדדי $\alpha = 0.01$	חד-צדדי $\alpha = 0.025$	חד-צדדי $\alpha = 0.05$
	דו-צדדי $\alpha = 0.02$	דו-צדדי $\alpha = 0.05$	דו-צדדי $\alpha = 0.10$
5			1
6		1	2
7	0	2	4
8	2	4	6
9	3	6	8
10	5	8	11
11	7	11	14
12	10	14	17
13	13	17	21
14	16	21	26
15	20	25	30
16	24	30	36
17	28	35	41
18	33	40	47
19	38	46	54
20	43	52	60
21	49	59	68
22	56	66	75
23	62	73	83
24	69	81	92
25	77	90	101
26	85	98	110
27	93	107	120
28	102	117	130
29	111	127	141
30	120	137	152

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

- א. רשמו את כלל ההכרעה המתאים ברמת מובהקות של 5%.
- ב. מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

## שאלות:

(1) נדגמו 8 לקוחות שקיבלו שירות ממוקד טלפוני. לקוחות אלה נתבקשו לתת הערכה על יעילות השירות ועל האדיבות שבשירות. הציונים ניתנו בסקאלה מ-1 (הערכה הנמוכה) עד 10 (הערכה הגבוהה ביותר). להלן התוצאות שהתקבלו:

5	7	5	2	3	4	8	7	הערכה על יעילות השירות	X
4	7	10	8	6	7	7	8	הערכה על אדיבות השירות	Y

בדקו ברמת מובהקות של 5% האם קיים הבדל בין הערכה על יעילות השירות להערכה על אדיבות השירות?

(2) סטודנטים נתבקשו לתת חוות דעתם על רמת הקושי של הקורס (סקאלה של 1-5 כאשר 5=קשה ביותר) ועל רמת הקושי של הבחינות באותה סקאלה. הסטודנטים טוענים שהבחינה הייתה ברמה גבוהה יותר מהרמה של הקורס. להלן תוצאות המדגם:

4	5	1	2	3	4	2	3	4	1-קושי קורס
2	3	5	5	5	3	4	4	4	2-קושי בחינה

בדקו ברמת מובהקות של 5% את טענת הסטודנטים.

(3) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב. להלן התוצאות שהתקבלו:

80	78	84	65	67	82	94	68	74	62	א
82	79	86	80	67	77	90	80	80	70	ב

א. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן ווילקוקסון.

ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של

2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?

ג. כיצד הייתה משתנה התשובה אם מסתבר שנפלה טעות ועבור הסטודנט

הראשון ברשימה יש להחליף בנתונים את הציון של סטטיסטיקה ב עם סטטיסטיקה א?

(4) רוצים לבדוק האם תרופה חדשה להקלת כאבי ראש יעילה יותר מתרופה מוכרת. לצורך כך נלקח מדגם בן 9 אנשים, שנתבקשו להשתמש בתרופה החדשה ובתרופה המוכרת, ולהשוות את יעילותה של התרופה החדשה ליעילות התרופה המוכרת. האנשים במחקר היו צריכים לתת הערכה של יעילות בסקלה של מ-1 עד 100. התוצאות שקיבל היו:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	הנבדק
86	100	69	81	75	80	100	90	95	תרופה חדשה
60	60	50	70	75	49	65	76	80	תרופה מוכרת

האם התרופה החדשה משפרת את היעילות ביותר מ 10 נקודות? בדקות ברמת מובהקות של 1%.

## תשובות סופיות:

- (1) לא נדחה  $H_0$ .
- (2) לא נדחה  $H_0$ .
- (3) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא משתנה ג. לא משתנה
- (4) לא נדחה  $H_0$ .

## מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים (על ידי שימוש בקירוב הנורמלי) – רקע

מתי נשתמש במבחן זה?

מבחן זה לא דורש הנחה של התפלגות נורמלית, אולם דורש ערכים מספריים המאפשרים חישוב הפרש בין ערכי  $X$  לערכי  $Y$ . מבחן זה הוא הגרסה הלא פרמטרית למבחן  $T$  למדגמים מזווג. נשתמש במבחן זה שיש משתנה כמותי שאינו מתפלג נורמלית או שיש משתנה מסולם סדר במדגם מזווג.

דוגמה (פתרון בהקלטה):

שני קונדיטורים מתחרים על מקום עבודה. נתנו לשניהם להכין 8 מאפים שונים כאשר כל אחד מהמאפים נאפה על ידי שניהם. בסופו של דבר בעל הקונדיטוריה נתן ציון לכל אחד מהאופים בעבור כל אחד מהמאפים. להלן הציונים שהתקבלו, ורוצים לבדוק את הטענה שאופה א טוב יותר מאופה ב.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

א. מהו המבחן הסטטיסטי המתאים?

ב. מהן השערות המחקר?

חישוב סטטיסטי המבחן:

1. נחשב את ההפרשים  $D_i$  לכל תצפית.
2. נוציא מהמדגם את כל התצפיות עם ההפרשים ששווים ל-0.
3. נדרג את ההפרשים הנותרים מהקטן אל הגדול בלי להתייחס לסימן ההפרש, כלומר מדרגים את הערכים המוחלטים של ההפרשים. הפרשים זהים מקבלים דרגה זהה שהיא הדרגה הממוצעת של המקומות שהם תופסים.
5. מסכמים את הדרגות של ההפרשים החיוביים ( $R+$ ) ואת הדרגות של ההפרשים השליליים ( $R-$ ).



**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

חשבו את  $W$  על סמך תוצאות המדגם.

אופה א	אופה ב
10	9
9	8
7	7
8	9
9	6
10	6
7	5
8	4

$$. R_+ + R_- = \frac{n^*(n^*+1)}{2} : \text{מתקיים תמיד ש}$$

כמו כן, ניתן להגיד שהתוחלת והשונות של הסטטיסטיים הללו הם :

$$\sigma_{R_{\pm}}^2 = \frac{n^*(n^*+1)(2n^*+1)}{24} \qquad \mu_{R_{\pm}} = \frac{n^*(n^*+1)}{4}$$

אם המדגם מספיק גדול, ניתן לבצע קירוב נורמלי לסטטיסטיים אלה באופן הבא :

$$Z_{\pm} = \frac{R_{\pm} - \mu_{R_{\pm}}}{\sqrt{\sigma_{R_{\pm}}^2}} \sim N(0,1)$$

$$R_{\pm} \sim N\left(\frac{n^*(n^*+1)}{4}, \frac{n^*(n^*+1)(2n^*+1)}{24}\right)$$

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

א. מהי מובהקות התוצאה של מבחן זה?

ב. מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

## שאלות:

- (1) נדגמו 8 לקוחות שקיבלו שירות ממוקד טלפוני. לקוחות אלה נתבקשו לתת הערכה על יעילות השירות ועל האדיבות שבשירות. הציונים ניתנו בסקאלה מ-1 (הערכה הנמוכה) עד 10 (הערכה הגבוהה ביותר). להלן התוצאות שהתקבלו:

5	7	5	2	3	4	8	7	X	הערכה על יעילות השירות
4	7	10	8	6	7	7	8	Y	הערכה על אדיבות השירות

בדקו ברמת מובהקות של 5% האם קיים הבדל בין הערכה על יעילות השירות להערכה על אדיבות השירות?

- (2) סטודנטים נתבקשו לתת חוות דעתם על רמת הקושי של הקורס (סקאלה של 1-5 כאשר 5=קשה ביותר) ועל רמת הקושי של הבחינות באותה סקאלה. הסטודנטים טוענים שהבחינה הייתה ברמה גבוהה יותר מהרמה של הקורס. להלן תוצאות המדגם:

4	5	1	2	3	4	2	3	4	1-קושי קורס
2	3	5	5	5	3	4	4	4	2-קושי בחינה

בדקו ברמת מובהקות של 5% את טענת הסטודנטים.

- (3) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב. להלן התוצאות שהתקבלו:

80	78	84	65	67	82	94	68	74	62	א
82	79	86	80	67	77	90	80	80	70	ב

- א. בדקו ברמת מובהקות של 5% באמצעות מבחן ווילקוקסון.  
 ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של 2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?  
 ג. כיצד הייתה משתנה התשובה אם מסתבר שנפלה טעות ועבור הסטודנט הראשון ברשימה יש להחליף בנתונים את הציון של סטטיסטיקה ב עם סטטיסטיקה א?

## תשובות סופיות:

- (1) לא נדחה  $H_0$ .  
 (2) לא נדחה  $H_0$ .  
 (3) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא משתנה. ג. לא משתנה.

## ניתוח פלטי SPSS במבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים – רקע

מבחן זה לא דורש הנחה של התפלגות נורמלית, אולם דורש ערכים מספריים המאפשרים חישוב הפרש בין ערכי  $X$  לערכי  $Y$ . מבחן זה הוא הגרסה הלא פרמטרית למבחן  $t$  למדגם מזווג. נשתמש במבחן זה שיש משתנה כמותי שאינו מתפלג נורמלית או שיש משתנה מסולם סדר. נראה איך מנתחים פלט של תכנת SPSS במבחן זה על ידי דוגמה.

### דוגמה (פתרון בהקלטה) :

קופות החולים טוענות כי רכישת תרופות שאינן דורשות מרשם רופא, הינן זולות יותר אצלן מאשר ברשתות הפארם. דגמו 11 תרופות ובדקו את מחירן בבית המרקחת של קופות החולים וברשת הפארם. המחיר המוצג הינו עבור קפסולה בודדת :

פארם	קופת חולים	שם התרופה
1.5	1.2	אדוויל
2.6	2.6	אקמול
1.4	0.9	אופטלגין
3.2	3.5	פוסטינור
1.4	1.1	סטרפסיל
1.8	1.7	נורפן
1.1	0.8	לורסטין
2	1.5	קולדקס
2.8	2	אלרגיז
2.5	2	נוסידקס
3.3	3	קורמיר

להלן פלט שמתקבל מהרצת מבחן ווילקוקסון על הנתונים הללו:

### Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
HMO-PHARM	Negative Ranks	9 <sup>a</sup>	???	51.00
	Positive Ranks	1 <sup>b</sup>	4.00	4.00
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	11		

a. HMO < PHARM

b. HMO > PHARM

c. HMO = PHARM

### Test Statistics<sup>a</sup>

	HMO-PHARM
Z	-2.434 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.015
Exact Sig. (2-tailed)	.014
Exact Sig. (1-tailed)	.007

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

א. הסבירו מדוע מבחן ווילקוקסון למדגמים מזווגים מתאים למקרה זה?

ב. השלם את הערך החסר שמשומן בסימני שאלה בטבלה.

ג. מה תהיה מסקנת המחקר ברמת מובהקות של 5%?

## שאלות:

1) רוצים לבדוק את הטענה שהציונים במבחן בסטטיסטיקה ב גבוהים מאשר בסטטיסטיקה א. נלקחו 10 סטודנטים שסיימו את סטטיסטיקה ב. עבור כל סטודנט נבדק מה הציון בסטטיסטיקה א ומה הציון בסטטיסטיקה ב. להלן תוצאות הפלט שהתקבל:

### Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
STAS2- STAS1	Negative Ranks	2 <sup>a</sup>	6.50	13.00
	Positive Ranks	8 <sup>b</sup>	5.25	42.00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	10		

- a. STAS2 < STAS1  
b. STAS2 > STAS1  
c. STAS2 = STAS1

### Test Statistics<sup>a</sup>

	STAS2- STAS1
Z	-1.483 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.138

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test  
b. Based on negative ranks.

א. בדקו ברמת מובהקות של 5% את הטענה.  
ב. כיצד התשובה לסעיף הקודם הייתה משתנה אם יוחלט לתת פקטור של 2 נקודות לכל הסטודנטים בשני המועדים?

(2) מחקר בדק את רמת שביעות הרצון משירות לקוחות אחרי רפורמה שבוצעה בחברה. להלן תוצאות שהתקבלו כאשר שביעות הרצון הייתה בסקלה מ-1 ככל לא מרוצה ועד 5 מרוצה מאד.

4	1	1	4	5	4	2	5	4	5	4	2	<b>Before</b>
5	5	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	<b>After</b>

### Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
after-before	Negative Ranks	?????a	3.25	?????
	Positive Ranks	?????b	4.92	?????
	Ties	?????c		
	Total	12		

- a. after < before
- b. after > before
- c. after = before

### Test Statistics<sup>a</sup>

	after-before
Z	-1.622
Asymp. Sig. (2-tailed)	.105

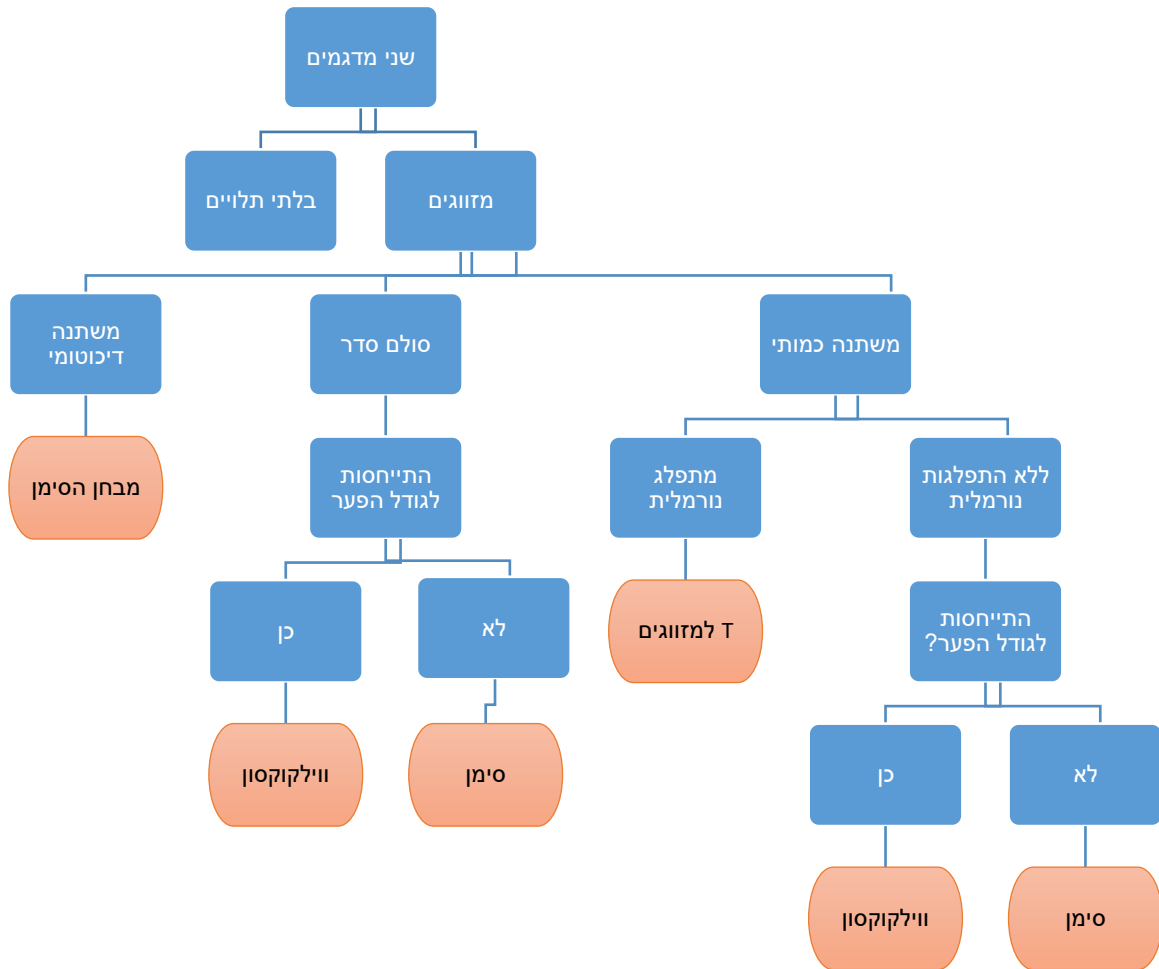
- א. השלימו את הערכים עם סימני השאלה אשר בטבלה.
- ב. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם הרפורמה הייתה יעילה.
- ג. כיצד הייתה משתנה מובהקות התוצאה אם היו מוסיפים עוד 2 תצפיות שעבורן הפרש שביעות הרצון היה אפס?
- ד. כיצד הייתה משתנה מובהקות התוצאה של הפלט אם הינו מוסיפים תצפית כזו:

before	after
5	4

## תשובות סופיות:

- (1) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא תשתנה המסקנה.
- (2) א. 2, 6, 4, 6.5, 29.5. ב. לא נדחה  $H_0$ . ג. לא משתנה. ד. גדלה.

## זיהוי מבחנים סטטיסטיים – רקע



## שאלות:

(1) במטרה להשוות את רמת האפייה של שני קונדיטורים בחרו 9 מאפים שונים (קרואסון, בראוני וכדומה) ונתנו לכל אחד משני הקונדיטורים לאפות את 9 המאפים השונים. 18 המאפים שנאפו ניתנו למומחה שנתן ציון למאפים השונים. הציון שניתן הוא בין 1 ל-5 לפי ניסיונו וטעמו האישי של המומחה. מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?

- א. מבחן ווילקוקוסון.
- ב. מבחן הסימן.
- ג. מבחן T למזווגים.
- ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.

(2) שני מוסיקאים מפורסמים נתנו ציון בסולם של 1-10 לקולם של 8 מתמודדים בתוכנית ראלטי ידועה. ציון 10 ניתן לקול שמצא חן ביותר בעיני המוסיקאי. מפיק התוכנית רצה לבדוק האם יש הבדל בין המוסיקאים מבחינת הטעם.

8	7	6	5	4	3	2	1	
4	1	1	3	4	7	5	6	מוסיקאי א'
7	2	3	3	2	5	7	5	מוסיקאי ב'

בטבלה הבאה נתונים הציונים של כל אחד מהמוסיקאים את שמונת המתמודדים : מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?

- א. מבחן ווילקוקוסון.
- ב. מבחן הסימן.
- ג. מבחן T למזווגים.
- ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.

(3) במחקר בדקו לאנשים את רמת הסוכר בבוקר ואת רמת הסוכר בערב. מתוך 26 אנשים ל-3 רמת הסוכר הייתה זהה. ל-14 רמת הסוכר הייתה גבוהה יותר בשעות הערב. וליתר רמת הסוכר הייתה גבוהה יותר בשעות הבוקר. רוצים לבדוק ברמת מובהקות של 6% האם קיים הבדל בין רמת הסוכר בבוקר לרמת הסוכר בערב אצל האנשים. מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?

- א. מבחן ווילקוקוסון.
- ב. מבחן הסימן.
- ג. מבחן T למזווגים.
- ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.



- (4) חוקר מעוניין לבדוק את התפתחות היכולת לדחות סיפוקים מיידיים בקרב ילדים. לשם כך, הוא משתמש במבחן לבדיקה של דחיית סיפוקים, ומעביר אותו בו זמנית ל-2 קבוצות גיל. מבחן זה מודד כמה זמן (בשניות) מסוגל הילד לדחות קבלה של תגמול מיידי קטן על מנת לקבל תגמול גדול יותר בעתיד. התוצאות שמתקבלות הן הזמנים של הנחקרים בכל קבוצת גיל. מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?
- א. מבחן ווילקוקוסון.  
 ב. מבחן הסימן.  
 ג. מבחן T למזווגים.  
 ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.
- (5) חברת משקאות יצאה בקמפיין שנוי במחלוקת. החברה מעוניינת לבדוק האם הקמפיין השפיע על הרגלי הצריכה. במחקר השתתפו נשאלים האם הם נהגו לרכוש את המשקה לפני הקמפיין והאם הם רכשו אותו לאחר הקמפיין. מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?
- א. מבחן ווילקוקוסון.  
 ב. מבחן הסימן.  
 ג. מבחן T למזווגים.  
 ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.
- (6) מחקר התעניין בדפוסי שיחות הטלפון, שמנהל הפרט בעקבות פרידה מבן זוגו. במחקר השתתפו גברים ו-נשים (כולם נפרדו מבן זוגם). המשתתפים דיווחו על משך השיחות (בדקות; לפני ואחר הפרידה). שאלת המחקר בחנה האם פרידה מבן הזוג קשורה למשך השיחות (משך השיחות הוא משתנה שנהוג להתייחס אליו כמתפלג נורמלית). מהו המבחן המתאים ביותר במקרה זה?
- א. מבחן ווילקוקוסון.  
 ב. מבחן הסימן.  
 ג. מבחן T למזווגים.  
 ד. מבחן למדגמים בלתי תלויים.

## תשובות סופיות:

- (1) א  
 (2) א  
 (3) ב  
 (4) ד  
 (5) ב  
 (6) ג

## מבחן מקנמר – רקע

מבחן סטטיסטי זה נכנס לקטגוריית המבחנים האפרמטריים. המבחן רלבנטי כשהמדגם מזווג וכשהמשתנה התלוי (הנחקר) הוא דיכוטומי, כלומר מקבל שני ערכים בלבד. מספר התצפיות שחל בהן שינוי צריך להיות לפחות 20; אם תנאי זה לא מתקיים אפשר לבצע את מבחן הסימן במקום.

לפני	
------	--

### דוגמה:

50 איש נשאלו האם הם נוהגים לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה. הם נשאלו בשני מצבים: פעם ראשונה לפני שצפו בסרטון ופעם שניה שבוע אחרי שצפו בסרטון. התוצאות שהתקבלו היו:

13 אנשים טענו שהם נוהגים לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה גם לפני הצפייה בסרטון וגם אחרי הצפייה בסרטון.

9 אנשים טענו שלפני הצפייה בסרטון הם לא שלחו מסרונים אבל אחרי הצפייה בסרטון הם כן שלחו מסרונים בזמן הנהיגה.

20 איש טענו שהם נהגו לשלוח מסרונים לפני הסרטון אך אחרי צפייה בסרטון הם הפסיקו לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה.

8-1 אנשים לא שלחו מסרונים בזמן הנהיגה לא לפני ולא אחרי צפייה בסרטון. מהן השערות המחקר ומהו המבחן הסטטיסטי המתאים?

### מבנה המבחן:

סטטיסטי המבחן הוא:  $Z = \frac{B-C}{\sqrt{B+C}}$  כאשר  $B, C$  – שכיחויות שבהן חל שינוי ומתעלמים מהשכיחויות שלא חל בהן שינוי. הסטטיסטי מתפלג  $Z \sim N(0,1)$ .

### דוגמה:

בדקו ברמת מובהקות של 5%: האם לסרטון השפעה על שליחת המסרונים בזמן הנהיגה?

## שאלות:

לא אמין	אמין		
21	12	אמין	אחרי
17	7	לא אמין	

(1) פוליטיקאי הופיע אמש בתכנית טלוויזיה והוא מעוניין לבדוק האם התוכנית שיפרה את אמון הציבור בו. לצורך כך בוצע סקר שבו נשאל הצופה האם בעניו הפוליטיקאי נתפס כאמין לפני התוכנית והאם הוא נתפס כאמין לאחר התוכנית. להלן התוצאות שהתקבלו (המספרים מייצגים מספר צופים):  
מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

(2) חברת משקאות יצאה בקמפיין שנוי במחלוקת. החברה מעוניינת לבדוק האם הקמפיין השפיע על הרגלי הצריכה. במחקר שבו השתתפו 50 נשאלים 30 טענו שלא שינו את הרגלי הצריכה. 15 טענו שהחלו לרכוש את המשקה בעקבות הקמפיין ו-5 טענו שהפסיקו לרכוש את המשקה בעקבות הקמפיין.  
א. מהי מובהקות התוצאה?  
ב. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 2.5%?

## תשובות סופיות:

- (1) לא נדחה  $H_0$   
(2) נדחה  $H_0$ .

## מבחן מקנמר (דו צדדי) – רקע

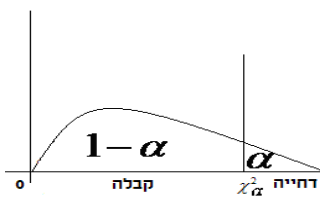
מבחן סטטיסטי זה נכנס לקטגוריית המבחנים האפרמטריים. המבחן רלבנטי כשהמדגם מזווג וכשהמשתנה התלוי (הנחקר) הוא דיכוטומי, כלומר מקבל שני ערכים בלבד. בנוסף, צריכים להתקיים שני תנאים טכניים:

- השערת המחקר היא דו צדדית.
  - מספר התצפיות שחל בהן שינוי צריך להיות לפחות 20.
- אם לפחות אחד משני התנאים הטכניים לא מתקיים יש לבצע את מבחן הסימן.

### דוגמה:

50 איש נשאלו האם הם נוהגים לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה. הם נשאלו בשני מצבים: פעם ראשונה לפני שצפו בסרטון ופעם שניה שבוע אחרי שצפו בסרטון. המחקר התעניין לבדוק האם הסרטון השפיע על שליחת מסרונים בנהיגה. התוצאות שהתקבלו היו: 13 אנשים טענו שהם נוהגים לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה גם לפני הצפייה בסרטון וגם אחרי הצפייה בסרטון. 9 אנשים טענו שלפני הצפייה בסרטון הם לא שלחו מסרונים אבל אחרי הצפייה בסרטון הם כן שלחו מסרונים בזמן הנהיגה. 20 איש טענו שהם נהגו לשלוח מסרונים לפני הסרטון אך אחרי צפייה בסרטון הם הפסיקו לשלוח מסרונים בזמן הנהיגה. ו-8 אנשים לא שלחו מסרונים בזמן הנהיגה לא לפני ולא אחרי צפייה בסרטון. מהן השערות המחקר ומהו המבחן הסטטיסטי המתאים?

### מבנה המבחן:



המבחן מתבסס על התפלגות  $\chi^2$  עם דרגת חופש  $df = 1$ . אזור הדחייה בצד ימין לערך הקריטי כמוראה בשרטוט.

סטטיסטי המבחן הוא:  $\chi^2 = \frac{(B-C)^2}{B+C}$  כאשר  $B, C$  – שכיחויות שבהן חל שינוי ומתעלמים מהשכיחויות שלא חל בהן שינוי.

### דוגמה:

בדקו ברמת מובהקות של 5%: האם לסרטון השפעה על שליחת המסרונים בזמן הנהיגה?

## שאלות:

- (1) פוליטיקאי הופיע אמש בתכנית טלוויזיה והוא מעוניין לבדוק האם התוכנית השפיעה על אמון הציבור בו. לצורך כך בוצע סקר שבו נשאל הצופה האם בעניו הפוליטיקאי נתפס כאמין לפני התוכנית והאם הוא נתפס כאמין לאחר התוכנית. להלן התוצאות שהתקבלו (המספרים מייצגים מספר צופים):  
מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

לפני			
לא אמין	אמין		
21	12	אמין	אחרי
17	7	לא אמין	

- (2) חברת משקאות יצאה בקמפיין שנוי במחלוקת. החברה מעוניינת לבדוק האם הקמפיין השפיע על הרגלי הצריכה. במחקר שבו השתתפו 50 נשאלים 30 טענו שלא שינו את הרגלי הצריכה. 15 טענו שהחלו לרכוש את המשקה בעקבות הקמפיין ו-5 טענו שהפסיקו לרכוש את המשקה בעקבות הקמפיין.  
מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 2.5%?

## תשובות סופיות:

- (1) נדחה  $H_0$   
(2) לא נדחה  $H_0$