

# מבוא לסטטיסטיקה ועיבוד נתונים ב

פרק 19 - מבחני חי בריבוע(כולל פלטים)

תוכן העניינים

1. מבחן טיב התאמה.....1
2. מבחן טיב התאמה והקשר שלו לבדיקת השערות על פרופורציה אחת.....6
3. מבחן לאי תלות.....8
4. קשר בין מבחן אי תלות לבדיקת השערות להפרש פרופורציות.....13
5. ניתוח פלטים במבחן אי תלות.....15

## מבחן טיב התאמה – רקע

מבחן זה בא לבדוק האם אוכלוסייה מסוימת מתפלגת לפי התפלגות נתונה. המשתנה הנחקר מחולק למספר קטגוריות ויש לבדוק האם תוצאות המדגם תואמות להתפלגות הנתונה.

### מבנה המבחן:

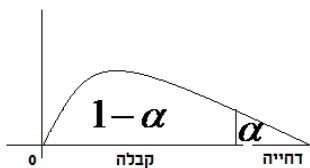
#### השערות:

המשתנה מתפלג לפי התפלגות מסוימת -  $H_0$ .

אחרת -  $H_1$ .

#### כלל הכרעה:

הערך הקריטי נקבע על סמך התפלגות חי בריבוע. התפלגות זו היא אסימטרית חיובית ותלויה בדרגות החופש.  $d.f = K - 1$ , כאשר  $K$  - מספר הקטגוריות.



הערך הקריטי הוא:  $\chi^2_{1-\alpha, K-1}$ , כלומר האחוזון ה- $1-\alpha$  בהתפלגות חי בריבוע שדרגות החופש הן  $K-1$ .

אם  $\chi^2 > \chi^2_{1-\alpha, K-1}$ , דוחים את השערת האפס.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{סטטיסטי המבחן:}$$

$O_i$  - השכיחות שנצפתה במדגם בקטגוריה  $i$ .

$p_i$  - הסתברות לקטגוריה  $i$  לפי השערת האפס.

$E_i = np_i$  - שכיחות צפויה במדגם לקטגוריה  $i$  בהנחת השערת האפס.

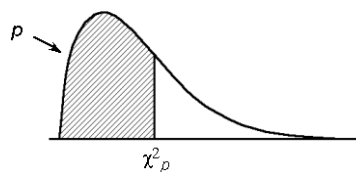
### הערה:

תנאי כדי לבצע את המבחן הוא  $E_i \geq 5$  לכל  $i$ . במידה ותנאי זה לא מתקיים יש אפשרות לאחד קטגוריות סמוכות עד שהתנאי יתקיים.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

במדינה מסוימת שלוש מפלגות. בפרלמנט הנוכחי התפלגות מספר המושבים היא 30% למפלגה A, 60% למפלגה B ו-10% למפלגה C. לקראת הבחירות המתוכננות בשבוע הבא נעשה סקר שכלל 300 אזרחים. בסקר התקבל ש-40% יצביעו למפלגה A, 50% למפלגה B ו-10% למפלגה C. האם תוצאות הסקר תואמות להתפלגות המושבים בפרלמנט הנוכחי? בדקו ברמת מובהקות של 5%.

## טבלת התפלגות חי-בריבוע – ערכי החלוקה



| df | p        |         |         |         |        |       |       |      |      |      |      |      |      |
|----|----------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|    | .005     | .01     | .025    | .05     | .10    | .25   | .50   | .75  | .90  | .95  | .975 | .99  | .995 |
| 1  | 0.004393 | 0.00157 | 0.00982 | 0.02393 | 0.0158 | 0.102 | 0.455 | 1.32 | 2.71 | 3.84 | 5.02 | 6.63 | 7.88 |
| 2  | 0.0100   | 0.0201  | 0.0506  | 0.103   | 0.211  | 0.575 | 1.39  | 2.77 | 4.61 | 5.99 | 7.38 | 9.21 | 10.6 |
| 3  | 0.0717   | 0.115   | 0.216   | 0.352   | 0.584  | 1.21  | 2.37  | 4.11 | 6.25 | 7.81 | 9.35 | 11.3 | 12.8 |
| 4  | 0.207    | 0.297   | 0.484   | 0.711   | 1.06   | 1.92  | 3.36  | 5.39 | 7.78 | 9.49 | 11.1 | 13.3 | 14.9 |
| 5  | 0.412    | 0.554   | 0.831   | 1.15    | 1.61   | 2.67  | 4.35  | 6.63 | 9.24 | 11.1 | 12.8 | 15.1 | 16.7 |
| 6  | 0.676    | 0.872   | 1.24    | 1.64    | 2.20   | 3.45  | 5.35  | 7.84 | 10.6 | 12.6 | 14.4 | 16.8 | 18.5 |
| 7  | 0.989    | 1.24    | 1.69    | 2.17    | 2.83   | 4.25  | 6.35  | 9.04 | 12.0 | 14.1 | 16.0 | 18.5 | 20.3 |
| 8  | 1.34     | 1.65    | 2.18    | 2.73    | 3.49   | 5.07  | 7.34  | 10.2 | 13.4 | 15.5 | 17.5 | 20.1 | 22.0 |
| 9  | 1.73     | 2.09    | 2.70    | 3.33    | 4.17   | 5.90  | 8.34  | 11.4 | 14.7 | 16.9 | 19.0 | 21.7 | 23.6 |
| 10 | 2.16     | 2.56    | 3.25    | 3.94    | 4.87   | 6.74  | 9.34  | 12.5 | 16.0 | 18.3 | 20.5 | 23.2 | 25.2 |
| 11 | 2.60     | 3.05    | 3.82    | 4.57    | 5.58   | 7.58  | 10.3  | 13.7 | 17.3 | 19.7 | 21.9 | 24.7 | 26.8 |
| 12 | 3.07     | 3.57    | 4.40    | 5.23    | 6.30   | 8.44  | 11.3  | 14.8 | 18.5 | 21.0 | 23.3 | 26.2 | 28.3 |
| 13 | 3.57     | 4.11    | 5.01    | 5.89    | 7.04   | 9.30  | 12.3  | 16.0 | 19.8 | 22.4 | 24.7 | 27.7 | 29.8 |
| 14 | 4.07     | 4.66    | 5.63    | 6.57    | 7.79   | 10.2  | 13.3  | 17.1 | 21.1 | 23.7 | 26.1 | 29.1 | 31.3 |
| 15 | 4.60     | 5.23    | 6.26    | 7.26    | 8.55   | 11.0  | 14.3  | 18.2 | 22.3 | 25.0 | 27.5 | 30.6 | 32.8 |
| 16 | 5.14     | 5.81    | 6.91    | 7.96    | 9.31   | 11.9  | 15.3  | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 28.8 | 32.0 | 34.3 |
| 17 | 5.70     | 6.41    | 7.56    | 8.67    | 10.1   | 12.8  | 16.3  | 20.5 | 24.8 | 27.6 | 30.2 | 33.4 | 35.7 |
| 18 | 6.26     | 7.01    | 8.23    | 9.39    | 10.9   | 13.7  | 17.3  | 21.6 | 26.0 | 28.9 | 31.5 | 34.8 | 37.2 |
| 19 | 6.84     | 7.63    | 8.91    | 10.1    | 11.7   | 14.6  | 18.3  | 22.7 | 27.2 | 30.1 | 32.9 | 36.2 | 38.6 |
| 20 | 7.43     | 8.26    | 9.59    | 10.9    | 12.4   | 15.5  | 19.3  | 23.8 | 28.4 | 31.4 | 34.2 | 37.6 | 40.0 |
| 21 | 8.03     | 8.90    | 10.3    | 11.6    | 13.2   | 16.3  | 20.3  | 24.9 | 29.6 | 32.7 | 35.5 | 38.9 | 41.4 |
| 22 | 8.64     | 9.54    | 11.0    | 12.3    | 14.0   | 17.2  | 21.3  | 26.0 | 30.8 | 33.9 | 36.8 | 40.3 | 42.8 |
| 23 | 9.26     | 10.2    | 11.7    | 13.1    | 14.8   | 18.1  | 22.3  | 27.1 | 32.0 | 35.2 | 38.1 | 41.6 | 44.2 |
| 24 | 9.89     | 10.9    | 12.4    | 13.8    | 15.7   | 19.0  | 23.3  | 28.2 | 33.2 | 36.4 | 39.4 | 43.0 | 45.6 |
| 25 | 10.5     | 11.5    | 13.1    | 14.6    | 16.5   | 19.9  | 24.3  | 29.3 | 34.4 | 37.7 | 40.6 | 44.3 | 46.9 |
| 26 | 11.2     | 12.2    | 13.8    | 15.4    | 17.3   | 20.8  | 25.3  | 30.4 | 35.6 | 38.9 | 41.9 | 45.6 | 48.3 |
| 27 | 11.8     | 12.9    | 14.6    | 16.2    | 18.1   | 21.7  | 26.3  | 31.5 | 36.7 | 40.1 | 43.2 | 47.0 | 49.6 |
| 28 | 12.5     | 13.6    | 15.3    | 16.9    | 18.9   | 22.7  | 27.3  | 32.6 | 37.9 | 41.3 | 44.5 | 48.3 | 51.0 |
| 29 | 13.1     | 14.3    | 16.0    | 17.7    | 19.8   | 23.6  | 28.3  | 33.7 | 39.1 | 42.6 | 45.7 | 49.6 | 52.3 |
| 30 | 13.8     | 15.0    | 16.8    | 18.5    | 20.6   | 24.5  | 29.3  | 34.8 | 40.3 | 43.8 | 47.0 | 50.9 | 53.7 |

## שאלות

- (1) במטרה לבדוק האם קובייה הוגנת, מטילים אותה 120 פעמים. התקבל 17 פעמים 1, 23 פעמים 2, 20 פעמים 3, 25 פעמים 4, 18 פעמים 5 ו-17 פעמים 6. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 5%?
- (2) מפעל מייצר סוכריות בצבעים כחול, אדום, ירוק וכתום. מעוניינים לבדוק שפרופורציית הסוכריות הכחולות גדולה פי 2 מכל צבע אחר. לצורך כך נדגמו באקראי 200 סוכריות והתקבל: 70 כחולות, 50 אדומות, 40 ירוקות והיתר כתומות. מה מסקנתכם ברמת מובהקות של 5%?
- (3) משרד החינוך טוען שבקרב השכירים במשק היחס בין השכירים בעלי השכלה נמוכה, תיכונית ואקדמאית הוא 1:2:1 בהתאמה. במדגם של 200 שכירים התקבלו 56 אנשים בעלי השכלה נמוכה, 105 בעלי השכלה תיכונית והיתר בעלי השכלה גבוהה.
- א. על סמך תוצאות המדגם, האם התפלגות ההשכלה היא כמו שמשדרד החינוך מפרסם? בדוק ברמת מובהקות של 5%.
- ב. בנו רווח סמך ברמת סמך של 95% לפרופורציית השכירים במשק בעלי השכלה אקדמאית.
- (4) 200 איש נתבקשו לבחור ספרה באקראי והנה התוצאות שהתקבלו:
- 18 איש בחרו בספרה 0, 24 איש בחרו בספרה 1, 17 איש בחרו בספרה 2, 19 איש בחרו בספרה 3, 20 איש בחרו בספרה 4, 18 איש בחרו בספרה 5, 22 איש בחרו בספרה 6 והיתר בחרו בספרות 7-9.
- א. על סמך התוצאות הללו האם בחירת הספרות אקראית? בדקו ברמת מובהקות של 2.5%.
- ב. תנו הערכה למובהקות התוצאה.
- ג. אם נגדיל את גודל המדגם פי 2 ונשמור על אותם יחסים של כמות האנשים במדגם שבחרו בספרות, כיצד הדבר ישפיע על ערכו של הסטטיסטי  $\chi^2$ ? מה תהיה המסקנה במקרה זה?
- (5) מעוניינים לבדוק האם קובייה היא הוגנת. הטילו את הקובייה פעמיים והתבוננו בסכום הוצאות. חזרו על התהליך 72 פעמים.
- להלן התוצאות שהתקבלו במדגם:
- מה המסקנה ברמת מובהקות של 5%?

| מספר הטלות | סכום התוצאות |
|------------|--------------|
| 20         | 2-5          |
| 17         | 6-8          |
| 20         | 9-10         |
| 15         | 11-12        |

- (6) בפנס יש 4 סוללות. בבדיקה שנערכה ב-400 פנסים נמצאו סוללות פגומות לפי השכיחויות הבאות:

| 3 ומעלה | 2  | 1   | 0   | מספר הסוללות הפגומות |
|---------|----|-----|-----|----------------------|
| 8       | 12 | 104 | 276 | שכיחות               |

מעוניינים לבדוק על סמך תוצאות מדגם אלה האם הסיכוי לסוללה פגומה הוא 20%. מהי רמת המובהקות המינימלית עבורה נכריע שהסיכוי לסוללה פגומה אינו 20%?

- (7) מטילים מטבע עד שלראשונה מתקבל "ראש". חוזרים על התהליך 120 פעמים. נסמן ב- $X$  את מספר ההטלות עד קבלת הראש. להלן התוצאות שהתקבלו:

| $x$                   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 |
|-----------------------|----|----|----|----|---|---|
| מספר החזרות על התהליך | 54 | 20 | 16 | 22 | 6 | 2 |

- א. בהנחה והמטבע הוגן, מהי ההתפלגות של  $X$ ?
- ב. בדקו האם המטבע הוגן, על סמך תוצאות המדגם ברמת מובהקות של 5%.

- (8) להלן השערות מחקר:  $H_1: \text{else}$ ,  $H_0: X \sim N(40, 2^2)$ .

| $X$          | מתחת 36 | 36-40 | 40-44 | מעל 44 |
|--------------|---------|-------|-------|--------|
| מספר הדגימות | 3A      | 50A   | 45A   | 2A     |

מהו ערכו המקסימלי של  $A$  עבורו נקבל את  $H_0$  ברמת מובהקות של 5%?

## תשובות סופיות

- (1) לא נדחה  $H_0$ .
- (2) לא נדחה  $H_0$ .
- (3) א. לא נדחה  $H_0$ . ב.  $(0.14, 0.25)$ .
- (4) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. בין 0.95 ל-0.975.
- ג. יגדל פי 2; המסקנה לא תשתנה.
- (5) נכריע שהקובייה אינה הוגנת.
- (6) 0.005.
- (7) א.  $X \sim G(0.5)$ . ב. נסיק שהמטבע לא הוגן.
- (8) 14.

## הקשר בין מבחן טיב התאמה לבדיקת השערות על הפרופורציה – רקע

אם אנו רוצים לבצע מבחן טיב התאמה על משתנה שיש לו שתי קטגוריות בלבד (משתנה דיכוטומי), הדבר זהה לתהליך של בדיקת השערות דו צדדית על פרופורציה בודדת.

### דוגמה (פתרון בהקלטה) :

הטילו מטבע 80 פעמים וקיבלו 48 פעמים את התוצאה "ראש".  
בדקו האם המטבע הוא הוגן ברמת מובהקות של 5%.

א. באמצעות מבחן טיב התאמה.

ב. באמצעות מבחן Z לפרופורציה בודדת.

## שאלות

(1) בסקר שנעשה על 320 נשאלים, 43.75% טענו שהחיה המועדפת עליהם היא כלב. עד היום היה נהוג לחשוב ש-40% מהאנשים מעדיפים כלבים. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם הסקר יישנה את הסברה שהייתה נהוגה עד היום לגבי העדפת כלב.

א. באמצעות מבחן טיב התאמה.

ב. באמצעות מבחן על פרופורציה.

(2) לסוכנות מכוניות שלושה סניפים ברחבי הארץ. המכוניות נמכרות בסניפים השונים. מתוך 100 מכוניות נמצא ש-65 נמכרו בסניף תל-אביב, 23 בסניף ירושלים והיתר בסניף חיפה.

א. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם שיעור המכוניות שנמכרות בסניף ת"א גדול פי 2 מכל סניף אחר.

ב. בדקו באמצעות מבחן טיב התאמה האם 60% מהמכוניות נהוגות להימכר בסניף תל אביב. האם יש דרך אחרת לבדוק את ההשערה?

(3) בתחרות ריצה בית ספרית שלושה מסלולי ריצה.

ב-50 תחרויות בדקו באיזה מסלול היה הניצחון.

התוצאות שהתקבלו מסוכמות בטבלה הבאה:

| המסלול         | 1  | 2  | 3  |
|----------------|----|----|----|
| מספר הניצחונות | 20 | 15 | 15 |

א. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם יש מסלול מועדף לניצחון.

ב. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם הסיכוי לנצח במסלול מספר 1

גבוה מ- $\frac{1}{3}$ .

## תשובות סופיות

(1) לא נדחה  $H_0$ .

(2) א. נדחה  $H_0$ . ב. לא נדחה  $H_0$ .

(3) א. לא נדחה  $H_0$ . ב. לא נדחה  $H_0$ .

## מבחן חי בריבוע לאי תלות בין משתנים – רקע

מבחן לאי תלות מטרתו לבדוק האם קיים קשר בין שני משתנים. שני המשתנים שנבדקים צריכים להיות מחולקים למספר קטגוריות.

**מבנה המבחן:**

**השערות:**

אין תלות בין המשתנים  $H_0$ .

יש תלות בין המשתנים  $H_1$ .

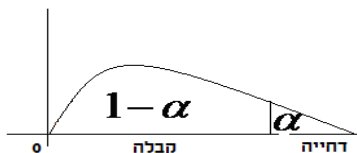
**כלל הכרעה:**

הערך הקריטי נקבע על סמך התפלגות חי בריבוע. התפלגות זו היא אסימטרית חיובית ותלויה בדרגות החופש  $d.f = (r-1)(c-1)$ . כאשר:  $r$  - מספר הקטגוריות של המשתנה שבשורות.  $c$  - מספר הקטגוריות של המשתנה שבעמודות.

הערך הקריטי הוא:  $\chi^2_{1-\alpha, (r-1)(c-1)}$ , כלומר האחוזון ה- $1-\alpha$  בהתפלגות חי בריבוע שדרגות החופש הן  $(r-1)(c-1)$ . אם  $\chi^2 > \chi^2_{1-\alpha, (r-1)(c-1)}$  אז דוחים את השערת האפס.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

כאשר:



$O_i$  - השכיחות נצפית במדגם בתא  $i$ .

$E_i$  - שכיחות צפויה במדגם בתא  $i$  בהנחת השערת האפס.

$$E_i = \frac{f(x) \cdot f(y)}{n}$$

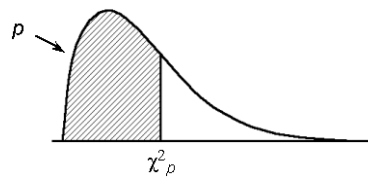
**הערה:**

תנאי כדי לבצע את המבחן הוא  $E_i \geq 5$  לכל  $i$ . במידה ותנאי זה לא מתקיים יש אפשרות לאחד קטגוריות סמוכות עד שהתנאי יתקיים.  
תנאי חלופי: אין  $E$  קטן מ-1 וגם אין ביותר מ 20% מהתאים  $E$  קטן מ-5.

**דוגמה (הפתרון בהקלטה):**

האם יש תלות בין המגדר לבין דעה מסוימת?  
יש לבדוק ברמת מובהקות של 5% על סמך תוצאות הסקר:

| המגדר / דעה | בעד | נגד | נמנע | סה"כ |
|-------------|-----|-----|------|------|
| גברים       | 50  | 40  | 10   |      |
| נשים        | 20  | 60  | 20   |      |
| סה"כ        |     |     |      |      |

טבלת התפלגות חי-בריבוע – ערכי החלוקה  $\chi^2_p$ 

| df | $p$      |         |         |         |        |       |       |      |      |      |      |      |      |
|----|----------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|    | .005     | .01     | .025    | .05     | .10    | .25   | .50   | .75  | .90  | .95  | .975 | .99  | .995 |
| 1  | 0.004393 | 0.00157 | 0.00982 | 0.02393 | 0.0158 | 0.102 | 0.455 | 1.32 | 2.71 | 3.84 | 5.02 | 6.63 | 7.88 |
| 2  | 0.0100   | 0.0201  | 0.0506  | 0.103   | 0.211  | 0.575 | 1.39  | 2.77 | 4.61 | 5.99 | 7.38 | 9.21 | 10.6 |
| 3  | 0.0717   | 0.115   | 0.216   | 0.352   | 0.584  | 1.21  | 2.37  | 4.11 | 6.25 | 7.81 | 9.35 | 11.3 | 12.8 |
| 4  | 0.207    | 0.297   | 0.484   | 0.711   | 1.06   | 1.92  | 3.36  | 5.39 | 7.78 | 9.49 | 11.1 | 13.3 | 14.9 |
| 5  | 0.412    | 0.554   | 0.831   | 1.15    | 1.61   | 2.67  | 4.35  | 6.63 | 9.24 | 11.1 | 12.8 | 15.1 | 16.7 |
| 6  | 0.676    | 0.872   | 1.24    | 1.64    | 2.20   | 3.45  | 5.35  | 7.84 | 10.6 | 12.6 | 14.4 | 16.8 | 18.5 |
| 7  | 0.989    | 1.24    | 1.69    | 2.17    | 2.83   | 4.25  | 6.35  | 9.04 | 12.0 | 14.1 | 16.0 | 18.5 | 20.3 |
| 8  | 1.34     | 1.65    | 2.18    | 2.73    | 3.49   | 5.07  | 7.34  | 10.2 | 13.4 | 15.5 | 17.5 | 20.1 | 22.0 |
| 9  | 1.73     | 2.09    | 2.70    | 3.33    | 4.17   | 5.90  | 8.34  | 11.4 | 14.7 | 16.9 | 19.0 | 21.7 | 23.6 |
| 10 | 2.16     | 2.56    | 3.25    | 3.94    | 4.87   | 6.74  | 9.34  | 12.5 | 16.0 | 18.3 | 20.5 | 23.2 | 25.2 |
| 11 | 2.60     | 3.05    | 3.82    | 4.57    | 5.58   | 7.58  | 10.3  | 13.7 | 17.3 | 19.7 | 21.9 | 24.7 | 26.8 |
| 12 | 3.07     | 3.57    | 4.40    | 5.23    | 6.30   | 8.44  | 11.3  | 14.8 | 18.5 | 21.0 | 23.3 | 26.2 | 28.3 |
| 13 | 3.57     | 4.11    | 5.01    | 5.89    | 7.04   | 9.30  | 12.3  | 16.0 | 19.8 | 22.4 | 24.7 | 27.7 | 29.8 |
| 14 | 4.07     | 4.66    | 5.63    | 6.57    | 7.79   | 10.2  | 13.3  | 17.1 | 21.1 | 23.7 | 26.1 | 29.1 | 31.3 |
| 15 | 4.60     | 5.23    | 6.26    | 7.26    | 8.55   | 11.0  | 14.3  | 18.2 | 22.3 | 25.0 | 27.5 | 30.6 | 32.8 |
| 16 | 5.14     | 5.81    | 6.91    | 7.96    | 9.31   | 11.9  | 15.3  | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 28.8 | 32.0 | 34.3 |
| 17 | 5.70     | 6.41    | 7.56    | 8.67    | 10.1   | 12.8  | 16.3  | 20.5 | 24.8 | 27.6 | 30.2 | 33.4 | 35.7 |
| 18 | 6.26     | 7.01    | 8.23    | 9.39    | 10.9   | 13.7  | 17.3  | 21.6 | 26.0 | 28.9 | 31.5 | 34.8 | 37.2 |
| 19 | 6.84     | 7.63    | 8.91    | 10.1    | 11.7   | 14.6  | 18.3  | 22.7 | 27.2 | 30.1 | 32.9 | 36.2 | 38.6 |
| 20 | 7.43     | 8.26    | 9.59    | 10.9    | 12.4   | 15.5  | 19.3  | 23.8 | 28.4 | 31.4 | 34.2 | 37.6 | 40.0 |
| 21 | 8.03     | 8.90    | 10.3    | 11.6    | 13.2   | 16.3  | 20.3  | 24.9 | 29.6 | 32.7 | 35.5 | 38.9 | 41.4 |
| 22 | 8.64     | 9.54    | 11.0    | 12.3    | 14.0   | 17.2  | 21.3  | 26.0 | 30.8 | 33.9 | 36.8 | 40.3 | 42.8 |
| 23 | 9.26     | 10.2    | 11.7    | 13.1    | 14.8   | 18.1  | 22.3  | 27.1 | 32.0 | 35.2 | 38.1 | 41.6 | 44.2 |
| 24 | 9.89     | 10.9    | 12.4    | 13.8    | 15.7   | 19.0  | 23.3  | 28.2 | 33.2 | 36.4 | 39.4 | 43.0 | 45.6 |
| 25 | 10.5     | 11.5    | 13.1    | 14.6    | 16.5   | 19.9  | 24.3  | 29.3 | 34.4 | 37.7 | 40.6 | 44.3 | 46.9 |
| 26 | 11.2     | 12.2    | 13.8    | 15.4    | 17.3   | 20.8  | 25.3  | 30.4 | 35.6 | 38.9 | 41.9 | 45.6 | 48.3 |
| 27 | 11.8     | 12.9    | 14.6    | 16.2    | 18.1   | 21.7  | 26.3  | 31.5 | 36.7 | 40.1 | 43.2 | 47.0 | 49.6 |
| 28 | 12.5     | 13.6    | 15.3    | 16.9    | 18.9   | 22.7  | 27.3  | 32.6 | 37.9 | 41.3 | 44.5 | 48.3 | 51.0 |
| 29 | 13.1     | 14.3    | 16.0    | 17.7    | 19.8   | 23.6  | 28.3  | 33.7 | 39.1 | 42.6 | 45.7 | 49.6 | 52.3 |
| 30 | 13.8     | 15.0    | 16.8    | 18.5    | 20.6   | 24.5  | 29.3  | 34.8 | 40.3 | 43.8 | 47.0 | 50.9 | 53.7 |

## שאלות

- (1) נבדקה התלות בין גודל הארגון לבין שביעות הרצון של העובדים. להלן התוצאות:

| שביעות רצון<br>גודל המפעל | נמוכה | בינונית | גבוהה | סה"כ |
|---------------------------|-------|---------|-------|------|
| גדול                      | 182   | 203     | 215   | 600  |
| קטן                       | 154   | 110     | 136   | 400  |
| סה"כ                      | 336   | 313     | 351   | 1000 |

מה המסקנה ברמת מובהקות של 2.5%?

- (2) מפעל עובד בשלוש משמרות. להלן מספר המוצרים הפגומים והתקינים בכל אחת מן המשמרות לפי מדגם שנעשה:

| לילה | ערב | יום |        |
|------|-----|-----|--------|
| 70   | 60  | 50  | פגומים |
| 800  | 700 | 600 | תקינים |

האם יש הבדל בין שיעורי הפגומים במשמרות השונות?  
הסיקו עבור רמת מובהקות  $\alpha = 0.05$ .

- (3) נדגמו 50 מוצרים ממפעל מסוים מתוך 30 מוצרים שיוצרו ביום 17 נבחרו לייצוא מתוך המוצרים שיוצרו בלילה 10 נבחרו לייצוא. האם יש קשר בין היות מוצר לייצוא למועד שבו הוא יוצר? בדקו ברמת בטחון של 95%.

- (4) במטרה לבדוק האם השתנו דפוסי ההצבעה למפלגות השונות בין שבוע שעבר לשבוע נלקחו שני סקרים אחד מהשבוע שעבר והאחר מהשבוע. להלן דפוסי ההצבעה שהתקבלו בסקרים אלה.

א. מהי רמת המובהקות המינמלית עבורה ניתן להחליט שהשתנו דפוסי ההצבעה משבוע שעבר לשבוע באופן מובהק?

ב. כיצד הייתה התשובה לסעיף א משתנה אם כל השכיחויות בטבלה של תוצאות המדגם היו מוכפלות פי 2?

ג. בנו רווח סמך לשיעור המצביעים למפלגה א השבוע ברמת סמך של 95%.

| מפלגה א | מפלגה ב | מפלגות אחרות | סה"כ      |
|---------|---------|--------------|-----------|
|         |         |              | שבוע שעבר |
| 143     |         | 253          | השבוע     |
| 243     | 314     |              | סה"כ      |
|         |         |              | 1050      |

- (5) בחנות בגדים A בדקו את התפלגות הצבעים של הבגדים הנמכרים ביום מסוים. כמו כן בדקו את התפלגות הצבעים בחנות שכנה B:

| מספר פריטים / צבע | שחור | לבן | אדום | כחול |
|-------------------|------|-----|------|------|
| חנות A            | 15   | 20  | 15   | 50   |
| חנות B            | 60   | 20  | 10   | 20   |

- א. בדקו ברמת מובהקות של 5% האם התפלגות הצבעים בחנות A היא ביחס של 1:1:1:3 לטובת הכחול.  
 ב. בדקו ברמת מובהקות של 2.5% האם קיים הבדל בין החנויות מבחינת התפלגות הצבעים של הפריטים הנמכרים.

- (6) סטודנט קיבל בבדיקת השערות ערך  $\chi^2$  (chi-square) השוו לאפס. הסטודנט הסיק כי לא קיימת תלות בין שני המשתנים שבדק, בכל רמת מובהקות. נכון / לא נכון? נמקו.

- (7) להלן טבלת O של שני משתנים שהתקבל במדגם כלשהו:

| $f(x)$ | $Y_4$ | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 200    |       |       |       |       | $X_1$  |
| 200    |       |       |       |       | $X_2$  |
|        | 160   | 120   | 60    | 60    | $f(y)$ |

- מה צריכות להיות השכיחויות בתוך הטבלה כדי שמובהקות התוצאה (PV) תהיה 100%?

## תשובות סופיות

- (1) נסיק שיש קשר בין גודל הארגון לשביעות הרצון של העובדים.  
 (2) נסיק שאין הבדל מובהק בין שיעור הפגומים במשמרות השונות.  
 (3) נסיק שאין קשר בין היות מוצא לייצוא למועד שבו הוא יוצר.  
 (4) א. 10% ב. קטן ג. (0.223, 0.297)  
 (5) א. נסיק שהתפלגות הצבעים בחנות היא כמו שמצוין.  
 ב. נסיק שיש הבדל בין החנויות מבחינת התפלגות הצבעים.  
 (6) נכון  
 (7) להלן טבלה:

| $f(x)$ | $Y_4$ | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 200    | 80    | 60    | 30    | 30    | $X_1$  |
| 200    | -8    | 60    | 30    | 30    | $X_2$  |
| 400    | 160   | 120   | 60    | 60    | $f(y)$ |

## הקשר בין מבחן לאי תלות ובדיקת השערות להפרש פרופורציות – רקע

מבחן לאי תלות שבו לכל משתנה יש שתי קטגוריות שקול לבדיקת השערות דו צדדית על הפרש פרופורציות כאשר השערת האפס היא שהפרופורציות שוות. כל זאת, כמובן, אם התנאים למבחנים מתקיימים.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

בקרב מדגם של 200 נשים 120 טענו שהן תצבענה למועמד R לראשות העיר. בקרב מדגם של 200 גברים 80 טענו שהם יצביעו למועמד R האם קיים הבדל בין דפוס ההצבעה של הנשים ושל הגברים? האם אפשר לבדוק זאת גם על ידי מבחן לאי תלות וגם על ידי בדיקת השערות לשתי פרופורציות?

## שאלות

**(1)** בקרב מדגם של 200 נשים 120 טענו שהן תצבענה למועמד R לראשות העיר. בקרב מדגם של 200 גברים 80 טענו שהם יצביעו למועמד R האם קיים הבדל בין דפוס ההצבעה של הנשים ושל הגברים? בדוק ברמת מובהקות של 5%.  
א. על ידי מבחן לאי תלות.  
ב. על ידי בדיקת השערות לשתי פרופורציות.

**(2)** נלקחו 200 אנשים שמתוכם 60 הצהירו שהם עוסקים בפעילות גופנית סדירה. מתוך אלו שעוסקים בפעילות גופנית סדירה 50 נמצאו במצב בריאותי תקין. מתוך אלו שלא עוסקים בפעילות גופנית סדירה 90 נמצאו במצב בריאותי תקין.  
א. בנו טבלת שכיחות משותפת לנתונים שהוצגו בשאלה.  
ב. האם ניתן להגיד שהסיכוי להימצא במצב בריאותי תקין גבוה יותר כאשר עוסקים בפעילות גופנית סדירה לעומת המצב שלא עוסקים בפעילות גופנית סדירה? בדוק ברמת בטחון של 90%.

## תשובות סופיות

- (1) נדחה את השערת האפס לפירוט הדרך ראה וידאו.  
 (2) א. להלן טבלה: ב. נדחה את השערת האפס.

| פעילות/מצב<br>בריאותי | תקין | לא תקין |     |
|-----------------------|------|---------|-----|
| סדירה                 | 50   | 10      | 60  |
| לא סדירה              | 90   | 50      | 140 |
|                       | 140  | 60      | 200 |

## פלטים על מבחן לאי תלות – רקע

מבחן לאי תלות מטרתו לבדוק האם קיים קשר בין שני משתנים. שני המשתנים שנבדקים צריכים להיות מחולקים למספר קטגוריות.

**מבנה המבחן:**

**השערות:**

אין תלות בין המשתנים:  $H_0$ .

יש תלות בין המשתנים:  $H_1$ .

דרגות חופש:  $d.f = (r-1)(c-1)$ .

כאשר:  $r$  - מספר הקטגוריות של המשתנה שבשורות.

$c$  - ספר הקטגוריות של המשתנה שבעמודות.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} : \text{סטטיסטי המבחן}$$

$O_i$  - השכיחות נצפית במדגם בתא  $i$ .

$E_i$  - שכיחות צפויה במדגם בתא  $i$  בהנחת השערת האפס.

$$E_i = \frac{f(x) \cdot f(y)}{n}$$

**הערה:**

תנאי כדי לבצע את המבחן הוא  $E_i \geq 5$  לכל  $i$ . במידה ותנאי זה לא מתקיים יש

אפשרות לאחד קטגוריות סמוכות עד שהתנאי יתקיים.

תנאי חלופי: אין  $E$  קטן מ-1 וגם אין ביותר מ 20% מהתאים  $E$  קטן מ-5.

**דוגמה (פתרון בהקלטה) :**

במחקר רצו לבדוק את הקשר בין צבע שיער לבין צבע עיניים של אנשים. הפלטים שהתקבלו מצורפים.

- א. מהו המבחן הסטטיסטי המתאים?
- ב. כמה קטגוריות יש לכל משתנה?
- ג. רשמו את השערות המחקר.
- ד. מה מספר דרגות החופש?
- ה. כמה אנשים במדגם נמצאו עם שיער חום?
- ו. כמה אנשים היית מצפה במדגם שיהיה להם שיער חום ועיניים ירוקות בהנחה ואין קשר בין צבע שיער לצבע עיניים?
- ז. מתוך הבלונדינים מה אחוז בעלי עיניים כחולות במדגם?
- ח. מתוך בעלי עיניים ירוקות מה אחוז הבלונדינים במדגם?
- ט. מה ערכו של סטטיסטי המבחן ומהי מובהקות התוצאה?
- י. מה מסקנת המחקר?  $\alpha = 5\%$

להלן הפלטים שהתקבלו :

## Case Processing Summary

|                        | Cases |         |         |         |       |         |
|------------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
|                        | Valid |         | Missing |         | Total |         |
|                        | N     | Percent | N       | Percent | N     | Percent |
| hair_color * eye_color | 78    | 100.0%  | 0       | 0.0%    | 78    | 100.0%  |

## hair\_color \* eye\_color Crosstabulation

|            |                     |                     | eye_color |        |        | Total  |
|------------|---------------------|---------------------|-----------|--------|--------|--------|
|            |                     |                     | brown     | green  | Blue   |        |
| hair_color | black               | Count               | 13        | 7      | 7      | 27     |
|            |                     | Expected Count      | 10.7      | 8.3    | 8.0    | 27.0   |
|            |                     | % within hair_color | 48.1%     | 25.9%  | 25.9%  | 100.0% |
|            |                     | % within eye_color  | 41.9%     | 29.2%  | 30.4%  | 34.6%  |
|            | brown               | Count               | 12        | 12     | 6      | 30     |
|            |                     | Expected Count      | 11.9      | 9.2    | 8.8    | 30.0   |
|            |                     | % within hair_color | 40.0%     | 40.0%  | 20.0%  | 100.0% |
|            |                     | % within eye_color  | 38.7%     | 50.0%  | 26.1%  | 38.5%  |
|            | blond               | Count               | 6         | 5      | 10     | 21     |
|            |                     | Expected Count      | 8.3       | 6.5    | 6.2    | 21.0   |
|            |                     | % within hair_color | 28.6%     | 23.8%  | 47.6%  | 100.0% |
|            |                     | % within eye_color  | 19.4%     | 20.8%  | 43.5%  | 26.9%  |
| Total      | Count               | 31                  | 24        | 23     | 78     |        |
|            | Expected Count      | 31.0                | 24.0      | 23.0   | 78.0   |        |
|            | % within hair_color | 39.7%               | 30.8%     | 29.5%  | 100.0% |        |
|            | % within eye_color  | 100.0%              | 100.0%    | 100.0% | 100.0% |        |

## Chi-Square Tests

|                              | Value              | df | Asymp. Sig. (2-sided) |
|------------------------------|--------------------|----|-----------------------|
| Pearson Chi-Square           | 5.880 <sup>a</sup> | 4  | .208                  |
| Likelihood Ratio             | 5.641              | 4  | .228                  |
| Linear-by-Linear Association | 2.682              | 1  | .101                  |
| N of Valid Cases             | 78                 |    |                       |

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.19.

## שאלות

- 1) בסקר שנעשה על ידי משרד ראש הממשלה נדגמו 60 אזרחים. כל אזרח נשאל על מגדרו והאם הוא בעד הקמת מדינה פלסטינית.
- א. מה ההשערות הנבדקות ומהו סטטיסטי המבחן?
  - ב. אם סטטיסטי המבחן היה גדל כיצד הדבר היה משפיע על SIG שבפלט.
  - ג. האם קיים קשר בין מגדר ודעה ברמת מובהקות של 5%?
  - ד. מהו האומדן לאחוז התומכים במדינה פלסטינית מתוך הגברים?
  - ה. איזה אחוז מהנשאלים שהיו בעד מדינה פלסטינית הם גברים?

להלן הפלטים :

**Chi-Square Tests**

|                                 | Value              | df | Asymp. Sig.<br>(2-sided) |
|---------------------------------|--------------------|----|--------------------------|
| Pearson Chi-Square              | 1.973 <sup>a</sup> | 2  | .373                     |
| Likelihood Ratio                | 1.987              | 2  | .370                     |
| Linear-by-Linear<br>Association | 1.882              | 1  | .170                     |
| N of Valid Cases                | 60                 |    |                          |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5.

b. The minimum expected count is 7.25.

**gender \* opinion Crosstabulation**

|        |        |                  | opinion |        |            | Total  |
|--------|--------|------------------|---------|--------|------------|--------|
|        |        |                  | yes     | now    | no opinion |        |
| gender | Male   | Count            | 10      | 10     | 9          | 29     |
|        |        | Expected Count   | 12.6    | 9.2    | 7.3        | 29.0   |
|        |        | % within gender  | 34.5%   | 34.5%  | 31.0%      | 100.0% |
|        |        | % within opinion | 38.5%   | 52.6%  | 60.0%      | 48.3%  |
|        |        | % of Total       | 16.7%   | 16.7%  | 15.0%      | 48.3%  |
|        | female | Count            | 16      | 9      | 6          | 31     |
|        |        | Expected Count   | 13.4    | 9.8    | 7.8        | 31.0   |
|        |        | % within gender  | 51.6%   | 29.0%  | 19.4%      | 100.0% |
|        |        | % within opinion | 61.5%   | 47.4%  | 40.0%      | 51.7%  |
|        |        | % of Total       | 26.7%   | 15.0%  | 10.0%      | 51.7%  |
| Total  |        | Count            | 26      | 19     | 15         | 60     |
|        |        | Expected Count   | 26.0    | 19.0   | 15.0       | 60.0   |
|        |        | % within gender  | 43.3%   | 31.7%  | 25.0%      | 100.0% |
|        |        | % within opinion | 100.0%  | 100.0% | 100.0%     | 100.0% |
|        |        | % of Total       | 43.3%   | 31.7%  | 25.0%      | 100.0% |

2) להלן פלט על סמך סקר שנעשה בקרב סטודנטים, בסקר נשאלו הסטודנטים על המוזיקה אותה הם מעדיפים וצורת הבילוי המועדפת עליהם.

Crosstab

Count

|        |       | בילוי |       |        | Total |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
|        |       | קריאה | ספורט | מועדון |       |
| מוזיקה | רוק   | 0     | 0     | 11     | 11    |
|        | פופ   | 1     | 6     | 8      | 15    |
|        | קלאסי | 5     | 6     | 9      | 20    |
| Total  |       | 6     | 12    | 28     | 46    |

Chi-Square Tests

|                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) |
|--------------------|---------------------|----|-----------------------|
| Pearson Chi-Square | 11.929 <sup>a</sup> | ?  | .018                  |
| N of Valid Cases   | 46                  |    |                       |

a. 5 cells (55.6%) have expected count less than 5.

b. The minimum expected count is 1.43.

- א. בין אלו משתנים נבדק הקשר? כמה קטגוריות לכל משתנה?
- ב. האם התנאים של המודל מתקיימים?
- ג. מה מספר דרגות החופש במבחן הנ"ל?
- ד. מה ההשערות של המבחן?

- 3) מחקר התעניין לבדוק את הקשר בין רמת הכנסה של משפחה לבין צריכת עגבניות אורגניות. הפלטים מצורפים.
- א. השלימו את שלושת המספרים החסרים בטבלה (היכן שיש סימני שאלה).
- ב. מה ערכו של חי בריבוע הסטטיסטי.
- ג. תנו הערכה למובהקות התוצאה לבדיקת הקשר בין רמת הכנסה של משפחה לבין צריכת עגבניות אורגניות.

Crosstabulation רמת\_הכנסה \* צרכן עגבניות

|                            |                       | צרכן עגבניות |           | Total  |
|----------------------------|-----------------------|--------------|-----------|--------|
|                            |                       | אורגני       | לא אורגני |        |
| הרבה מתחת לממוצע רמת_הכנסה | Count                 | 17           | 42        | 59     |
|                            | % within רמת_הכנסה    | 28.8%        | ?         | 100.0% |
|                            | % within צרכן עגבניות | 13.6%        | 33.6%     | 23.6%  |
| מתחת לממוצע                | Count                 | 27           | 22        | 49     |
|                            | % within רמת_הכנסה    | 55.1%        | 44.9%     | 100.0% |
|                            | % within צרכן עגבניות | ?            | 17.6%     | 19.6%  |
| ממוצע                      | Count                 | 31           | 29        | 60     |
|                            | % within רמת_הכנסה    | 51.7%        | 48.3%     | 100.0% |
|                            | % within צרכן עגבניות | 24.8%        | 23.2%     | 24.0%  |
| מעל הממוצע                 | Count                 | 44           | 26        | 70     |
|                            | % within רמת_הכנסה    | 62.9%        | 37.1%     | 100.0% |
|                            | % within צרכן עגבניות | 35.2%        | 20.8%     | 28.0%  |
| הרבה מעל הממוצע            | Count                 | ?            | 6         | 12     |
|                            | % within רמת_הכנסה    | 50.0%        | 50.0%     | 100.0% |
|                            | % within צרכן עגבניות | 4.8%         | 4.8%      | 4.8%   |
| Total                      | Count                 | 125          | 125       | 250    |

- 4) חוקר בדק את הקשר בין צבע השיער לבין צבע העיניים בעזרת מבחן חי בריבוע בקרב 52 נבדקים. תוצאות המבחן מוצגות בטבלה. בנוסף ידוע כי סטטיסטי המבחן שהתקבל מעיבוד הנתונים הוא 8.08.
- מה תהיה מסקנת המחקר ברמת מובהקות של 1%?
  - מה ערכו של E עבור עיניים כחולות וצבע שיער כהה.
  - מה יהיה בקירוב ערכו של מקדם המתאם של קרמר?
  - מהי פרופורציית בעלי צבע השיער הבהיר מקרב בעלי העיניים הירוקות?
- להלן הפלט:

Crosstabulation צבע עיניים \* צבע שיער

|            |            | צבע שיער   |        | Total  |        |
|------------|------------|------------|--------|--------|--------|
|            |            | כהה        | בהיר   |        |        |
| צבע עיניים | כחול       | Count      |        |        |        |
|            |            | % within   | 50.0%  | 50.0%  | 100.0% |
|            |            | % within   | 21.6%  | 53.3%  | 30.8%  |
|            |            | % of Total | 15.4%  | 15.4%  | 30.8%  |
|            | חום        | Count      |        |        |        |
|            |            | % within   | 83.3%  | 16.7%  | 100.0% |
|            |            | % within   | 27.0%  | 13.3%  | 23.1%  |
|            |            | % of Total | 19.2%  | 3.8%   | 23.1%  |
|            | ירוק       | Count      |        |        |        |
|            |            | % within   | 79.2%  | 20.8%  | 100.0% |
|            |            | % within   | 51.4%  | 33.3%  | 46.2%  |
|            |            | % of Total | 36.5%  | 9.6%   | 46.2%  |
|            | Total      | Count      |        |        |        |
|            |            | % within   | 71.2%  | 28.8%  | 100.0% |
|            |            | % within   | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
|            | % of Total | 71.2%      | 28.8%  | 100.0% |        |

- 5) במחקר מסוים רצו לבדוק האם יש קשר בין המגדר להוצאה על לבוש במשך שנה. דגמו באופן מקרי גברים ונשים ובדקו את רמת ההוצאה שלהם על לבוש בשנה האחרונה. חוקר א' בדק האם קיים הבדל בתוחלות ההוצאה בין גברים לנשים. חוקר ב' קיבץ את ההוצאה לקטגוריות ובאופן הזה בדק האם קיים הבדל בהתפלגות ההוצאה בין גברים לנשים. הקטגוריות חולקו לשלוש קבוצות הוצאה.
- איזה פלט מתאים לאיזה אחד מהחוקרים? נמקו.
  - מה מסקנתו של חוקר א'? בדקו ברמת מובהקות  $\alpha = 0.05$ . (רשמו השערות, נסחו הנחות, ציינו כלל החלטה ותנו מסקנה במונחי המשתנים).
  - איזו טעות יכולה להיות במסקנתו של חוקר א'? נסחו את הטעות במונחי השאלה.
  - מהי מסקנתו של חוקר ב'? בדקו ברמת מובהקות  $\alpha = 0.05$ . (רשמו השערות, נסחו הנחות, ציינו כלל החלטה ורשמו מסקנה במונחי המשתנים).
  - איזו טעות יכולה להיות במסקנתו של חוקר ב'? נסחו זאת במונחי השאלה. כיצד ניתן ליישב את מסקנות שני החוקרים?

להלן פלט ראשון:

## T-Test

## Group Statistics

| gender         | N  | Mean   | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------|----|--------|----------------|-----------------|
| female         | 40 | 2.9000 | 1.15025        | .18187          |
| male           | 40 | 2.6000 | 2.52982        | .40000          |
| dimensio<br>n1 |    |        |                |                 |

## Independent Samples Test

| Independent Samples Test |                             |                                         |      |                              |        |                 |                 |                       |                                           |         |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------|
|                          |                             | Levene's Test for Equality of Variances |      | t-test for Equality of Means |        |                 |                 |                       |                                           |         |
|                          |                             | F                                       | Sig. | t                            | df     | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |         |
|                          |                             |                                         |      |                              |        |                 |                 |                       | Lower                                     | Upper   |
|                          |                             |                                         |      |                              |        |                 |                 |                       |                                           |         |
| expose                   | Equal variances assumed     | 16.805                                  | .000 | .683                         | 78     | .497            | .30000          | .43941                | -.57479                                   | 1.17479 |
|                          | Equal variances not assumed |                                         |      | .683                         | 54.464 | .498            | .30000          | .43941                | -.58078                                   | 1.18078 |

להלן פלט שני:

**Crosstabs****Case Processing Summary**

|                   | Cases |         |         |         |       |         |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
|                   | Valid |         | Missing |         | Total |         |
|                   | N     | Percent | N       | Percent | N     | Percent |
| gender * category | 80    | 100.0%  | 0       | .0%     | 80    | 100.0%  |

**gender \* category Crosstabulation**

|        |                   |                   | category |        |        | Total  |
|--------|-------------------|-------------------|----------|--------|--------|--------|
|        |                   |                   | a        | b      | c      |        |
| gender | Female            | Count             | 2        | 30     | 8      | 40     |
|        |                   | Expected Count    | 11.0     | 21.0   | 8.0    | 40.0   |
|        |                   | % within gender   | 5.0%     | 75.0%  | 20.0%  | 100.0% |
|        |                   | % within category | 9.1%     | 71.4%  | 50.0%  | 50.0%  |
|        | Male              | Count             | 20       | 12     | 8      | 40     |
|        |                   | Expected Count    | 11.0     | 21.0   | 8.0    | 40.0   |
|        |                   | % within gender   | 50.0%    | 30.0%  | 20.0%  | 100.0% |
|        |                   | % within category | 90.9%    | 28.6%  | 50.0%  | 50.0%  |
| Total  | Count             | 22                | 42       | 16     | 80     |        |
|        | Expected Count    | 22.0              | 42.0     | 16.0   | 80.0   |        |
|        | % within gender   | 27.5%             | 52.5%    | 20.0%  | 100.0% |        |
|        | % within category | 100.0%            | 100.0%   | 100.0% | 100.0% |        |

**Chi-Square Tests**

|                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) |
|--------------------|---------------------|----|-----------------------|
| Pearson Chi-Square | 22.442 <sup>a</sup> | 2  | .000                  |
| Likelihood Ratio   | 25.064              | 2  | .000                  |
| N of Valid Cases   | 80                  |    |                       |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8.00.

## תשובות סופיות

- (1) א. 1.973      ב. קטן .      ג. לא נדחה  $H_0$  .  
 ד. 34.5%      ה. 38.5% .
- (2) א. בילוי מועדף ומוזיקה מועדפת עם 3 קטגוריות לכל משתנה.  
 ב. לא      ג. 4 .  
 ד.  $H_0$  אין תלות בין בילוי מועדף למוזיקה מועדפת.  
 $H_1$  יש תלות בין בילוי מועדף למוזיקה מועדפת.
- (3) א. 6, 21.6%, 71.2%      ב. 15.8      ג. קטן מ-0.005 .
- (4) א. לא נדחה  $H_0$  .      ב. 11.4      ג. 0.394  
 ד. 20.8% .
- (5) א. פלא א'- חוקר א', פלא ב'- חוקר ב' .      ב. נקבל את  $H_0$  .  
 ג. טעות מסוג שני- הכרענו שאין הבדל בין גברים לנשים למרות שיש במציאות הבדל.  
 ד. נקבל את  $H_1$  .  
 ה. טעות מסוג ראשון- הכרענו שיש קשר בין מין להוצאה למרות שבמציאות אין קשר.  
 ו. כל חוקר פעל בשיטה סטטיסטית שונה ובמצב כזה יתכן מסקנות סותרות.