

נ'תוח שונות

חז כיווני

1. שאלה 1

2. חוקר מעוניין ביעילות היחסית של שלוש שיטות להודיגח חזרוני שלוש קבוצות תלמידים למדו כל אחת בשיטה שונה ונבו הלימודים. להלן התוצאות:

| מס' נבדק | שיטה |    |    |
|----------|------|----|----|
|          | א'   | ב' | ג' |
| 1        | 78   | 94 | 68 |
| 2        | 69   | 82 | 63 |
| 3        | 58   | 73 | 58 |
| 4        | 57   | 67 | 51 |
| 5        | 53   | 66 | 41 |
| 6        | 52   | 62 | 40 |
| 7        | 48   | 60 | 34 |
| 8        | 46   | 54 | 27 |
| 9        | 42   | 50 | 28 |
| 10       | 27   | 32 | 18 |

- א. בצע ניתוח שונות לבדיקת השאלה האם אפשר לומר ששלוש השיטות יעילות באותה מידה? (20 נק')
- ב. האם תמדקק לניתוחים נוספים כדי לקבל תשובה מדויקת יותר לשאלה? אם לא הסבר מדוע, אם כן הסבר אלו. (8 נק')

3. שאלה 2 (

- בניסוי הכולל מספר קבוצות, אשר כל אחת קיבלה טיפול שונה, רוצים לבדוק האם לטיפולים השונים יש השפעה שונה על הנבדקים. התוצאות נבדקו בניתוח שונות. השערת האפס היתה שאין הבדל בין הטיפולים.
- א. מהו המונה ומהו המכנה ביחס  $F$  שבו נעזרים לבדיקת ההשערה? (3 נק')
- ב. הסבר מדוע מצפים שהסטטיסטי  $F$  יהיה קרוב ל-1 אם השערת האפס נכונה. (5 נק')
- ג. האם הוספת משתנה ב"ת נוסף למערך הנ"ל עשויה להקטין את גודם הטעויות. הסבר. (8 נק')

4. שאלה 3 (30 נק')

חוקר בדק את השפעת סוג החיזוק  $(a_1 - a_5)$  שניתן לאדם על גובה הציון במטלה חשבונית (הציון נע בין 0-15).

- א. בדוק האם יש הבדל בין סוגי החיזוק השונים. (20 נק')
- ב. לאור התוצאה ב-א' האם כדאי לבצע מבחן המשך. הסבר. (10 נק')

להלן התוצאות:

| מס' נבדק | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.       | 13    | 7     | 12    | 10    | 13    |
| 2.       | 9     | 4     | 11    | 12    | 6     |
| 3.       | 8     | 4     | 4     | 9     | 14    |
| 4.       | 7     | 1     | 9     | 7     | 12    |
| 5.       | 8     | 10    | 5     | 15    | 13    |
| 6.       | 6     | 7     | 10    | 14    | 10    |

|     |    |   |   |    |    |
|-----|----|---|---|----|----|
| 7.  | 6  | 5 | 2 | 10 | 8  |
| 8.  | 7  | 9 | 8 | 17 | 4  |
| 9.  | 6  | 5 | 3 | 14 | 9  |
| 10. | 10 | 8 | 6 | 12 | 11 |

5. שאלה 4 (26 נקודות)

חוקר ערך מחקר בו בקש לבדוק השפעתה של תרפיה קבוצתית על הפחתת עישון. לשם כך דגם 20 אנשים מעשנים והקצה אותם באופן מקרי לשתי קבוצות. קבוצה אחת עברה תרפיה קבוצתית והאחרת שמעה באותו זמן הרצאות בנושא נייטרלי. להלן הנתונים על מספר הסיגריות היומי שעישן כל נבדק בממוצע בתום המחקר.

| נבדק      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ללא תרפיה | 25 | 30 | 35 | 25 | 15 | 40 | 20 | 30 | 30 | 40 |
| עם תרפיה  | 25 | 10 | 5  | 10 | 20 | 15 | 5  | 10 | 20 | 20 |

- א. 16) האם רמת העישון של הקבוצה ללא התרפיה היתה שונה באופן מובהק מזאת שעברה תרפיה. בצע ניתוח שונות מלא. הצג טבלה מסכמת. מהו ה- $P$  הקטן ביותר לפיו ניתן לדחות את  $H_0$ ? (נק')
- ב. 10) חוקר אחר, הידוע כמעטן כרוני, גורס כי לא ברור כיוון האפקט שכן העובדה שהאפקט מובהק מוכיחה רק כי יש הבדל בין הקבוצות אך לא איזו קבוצה עדיפה. על כן יש לבצע קונטרסטים. האם צודק חוקר ב' הסבר. (נק')

### שאלה 1 חלק א

לצורך ניתוח השונות עלינו להשתמש בנתוני השאלה ולקבל את התוצאות הבאות (לטובת נוחיות הכתיבה, שינינו את א', ב', ג' ל 1, 2, 3 בהתאמה)

$$T_1 = 530 \quad \frac{T_1^2}{n} = 28090 \quad \bar{X}_1 = 53 \quad \sum_{i=1}^{10} X_{i1}^2 = 29884$$

$$T_2 = 640 \quad \frac{T_2^2}{n} = 40960 \quad \bar{X}_2 = 64 \quad \sum_{i=1}^{10} X_{i2}^2 = 43618$$

$$T_3 = 428 \quad \frac{T_3^2}{n} = 18318.4 \quad \bar{X}_3 = 4.28 \quad \sum_{i=1}^{10} X_{i3}^2 = 20832$$

$$\sum_{j=1}^3 \frac{T_j^2}{10} = 87368.4 \quad \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^3 X_{ij}^2 = 94334 \quad \frac{T^2}{N} = 85120.13$$

בנתונים אלה, נמשיך בחישוב

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n} - \frac{T^2}{N} = 87368.4 - 85120.13 = 2248.27$$

$$SSW = \sum \sum X_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n} = 94334 - 87368.4 = 6965.6$$

$$SST = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 94334 - 85120.13 = 9213.87$$

$$MSB = \frac{SSB}{k-1} = \frac{2248.27}{2} = 1124.35$$

$$MSW = \frac{SSW}{N-k} = \frac{6965.6}{27} = 257.99$$

ההשערה אותה אנו בודקים היא

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  יעילות השיטות שווה

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$  יעילות השיטות אינה שווה

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.01} = 5.49$$

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.025} = 4.21$$

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.05} = 3.35$$

הערכים הקריטיים הם

$$\frac{MSB}{MSW} = \frac{1124.35}{257.99} \approx 4.36$$

והסטטיסטי הוא

לכן, ההשערה בדבר יעילות שווה של השיטות, תידחה בכל רמת בטחון של  $p > 0.01$ . משמע שקיים הבדל בין השיטות השונות.

## חלק ב

מאחר והתקבל כי קיימים הבדלים מובהקים בין השיטות, או בעצם השיטות אינן שוות, נצטרך לבחור מבחן סטטיסטי לבדיקת המובהקות. על פי תרשים הזרימה, מאחר שהשוואות אינן מתוכננות, אין השוואה לקבוצת ביקורת, ואין רק השוואות זוגיות, יש לבצע מבחן שפה.

## שאלה 2

### חלק א

המונה הוא סטטיסטי המייצג את סכום ריבועי הסטיות בתוך הקבוצות חלקי דרגות החופש המתאימות. המכנה הוא סטטיסטי המייצג את סכום ריבועי הסטיות בין הקבוצות חלקי דרגות החופש המתאימות.

### חלק ב

אם היחס  $F$  (חלוקה בין הנ"ל), שואף ל-1 משמעות הדבר היא שהסטיות בקרב הקבוצות ובינן לבין עצמן הן שוות, ומכאן שהטיפולים שקיבלו הקבוצות השונות השפיעו באותה מידה על הנבדקים.

### חלק ג

הוספת מב"ת נוסף מקטינה את שונות הטעויות. למשל, אם לא נתקבל הבדל מובהק בניתוח שונות חד כיווני, ייתכן וזה היה כתוצאה משונות טעויות גדולה (מכנה גדול ביחס  $F$ ) והסכוי לקבלת אפקט קטן. לכן, על מנת להקטין שונות זו נלקח המשתנה שיוצר שונות מיקרית גבוהה כעוד משתנה בלתי תלוי. וכך נוצרות יותר קבוצות אך הן יותר הומוגניות ומכאן גדל הסיכוי לקבלת אפקט.

$$\begin{array}{llll}
 T_1 = 80 & \frac{T_1^2}{n} = 640 & \bar{X}_1 = 8 & \sum_{i=1}^{10} X_{i1}^2 = 684 \\
 T_2 = 60 & \frac{T_2^2}{n} = 360 & \bar{X}_2 = 6 & \sum_{i=1}^{10} X_{i2}^2 = 426 \\
 T_3 = 70 & \frac{T_3^2}{n} = 490 & \bar{X}_3 = 7 & \sum_{i=1}^{10} X_{i3}^2 = 600 \\
 T_4 = 120 & \frac{T_4^2}{n} = 1440 & \bar{X}_4 = 12 & \sum_{i=1}^{10} X_{i4}^2 = 1524 \\
 T_5 = 100 & \frac{T_5^2}{n} = 1000 & \bar{X}_5 = 10 & \sum_{i=1}^{10} X_{i5}^2 = 1096
 \end{array}$$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{T_j^2}{10} = 3930 \quad \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^5 X_{ij}^2 = 4330 \quad \frac{T^2}{N} = 3698$$

חלק א - האם יש הבדל?

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n} - \frac{T^2}{N} = 3930 - 3698 = 232$$

$$SSW = \sum \sum X_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n} = 4330 - 3930 = 400$$

$$SST = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 4330 - 3698 = 632$$

$$MSB = \frac{SSB}{k-1} = \frac{232}{4} = 58$$

$$MSW = \frac{SSW}{N-k} = \frac{400}{45} = 8.89$$

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.01} = 5.67$$

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.01} = 3.81$$

$$F_{(k-1), (N-k)}^{0.05} = 2.61$$

$$\frac{MSB}{MSW} = \frac{58}{8.89} \cong 6.524$$

בכל מקרה ברור כי יש הבדל בין הסוגים השונים

חלק ב

מאחר והשאלה בסעיף הקודם, היתה "האם יש הבדל?", והתקבלה תשובה מובהקת – יש צורך לבצע בדיקות נוספות.

לא ברור מהיכן נובעים ההבדלים. ניתן לבצע מבחן שפה שכן ההשוואות אינן מתוכננות, לא נתון דבר לגבי קבוצת ביקורת. ואכן לא ידוע אם קיים רציונל להשוואה שאינה זוגית ובכל זאת נחמיר.

#### שאלה 4

א. ניתוח שונות רגיל. הסטטיסטי הינו 19.66 והוא מובהק ברמת ביטחון של 0.001.

ב. לא, הוא אינו צודק מאחר וקיימות רק שתי קבוצות ולכן גם על פי ניתוח שונות ברור מקור ההבדל.

## שאלה 1 (16 נקודות)

חוקר ערך מחקר בו ביקש לבדוק השפעתה של תרפיה קבוצתית על הפחתת עישון. לשם כך דגם 20 אנשים מעשנים והקצה אותם באופן מקרי לשתי קבוצות. קבוצה אחת עברה תרפיה קבוצתית והאחרת שמעה באותו זמן הרצאות בנושא נייטרלי. להלן הנתונים על מספר הסיגריות היומי שעישן כל נבדק בממוצע בתום המחקר.

| נבדק      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ללא תרפיה | 25 | 30 | 35 | 25 | 15 | 40 | 20 | 30 | 30 | 40 |
| עם תרפיה  | 25 | 10 | 5  | 10 | 20 | 15 | 5  | 10 | 20 | 20 |

א. (10 נק') האם רמת העישון של הקבוצה ללא תרפיה היתה שונה באופן מובהק מזאת שעברה תרפיה. בצע ניתוח שונות מלא. הצג טבלה מסכמת. מהו ה-P הקטן ביותר לפיו ניתן לדחות את  $H_0$ ?

ב. (6 נק') חוקר אחר, הידוע כמעשן כרוני, גורס כי לא ברור כיוון האפקט שכן העובדה שהאפקט מובהק מוכיחה רק כי יש הבדל בין הקבוצות אך לא איזו קבוצה עדיפה, על כן יש לבצע קונטרסטים. האם צודק חוקר ב'? הסבר.

## פתרון שאלה 2

|           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |              |       |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|--------------|-------|
| גבדק      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | סכום           | סכום ריבועים |       |
| ללא תרפיה | 25 | 30 | 35 | 25 | 15 | 40 | 20 | 30 | 30 | 40 | 290            | 9000         |       |
| עם תרפיה  | 25 | 10 | 5  | 10 | 20 | 15 | 5  | 10 | 20 | 20 | 140            | 2400         |       |
|           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | >>> סכומים כלי | 430          | 11400 |

$$T^2 = 430^2 = 184900 \quad T^2 / N = 184900 / 20 = 9245$$

$$\sum \frac{T_j^2}{n_j} = \frac{290^2 + 140^2}{10} = \frac{84100 + 19600}{10} = 10370$$

$$\sum \sum x_{ij}^2 = 11400$$

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n_j} - T^2 / N = 10370 - 9245 = 1125$$

$$SSW = \sum \sum x_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n_j} = 11400 - 10370 = 1030$$

$$SST = \sum \sum x_{ij}^2 - T^2 / N = 11400 - 9245 = 2155$$

| מקור השונות | דרגות חופש | SS   | MS             | F                     |
|-------------|------------|------|----------------|-----------------------|
| B           | 2-1=1      | 1125 | 1125/1=1125    | 1125/57.22=<br>19.66  |
| W           | 20-2=18    | 1030 | 1030/18=57.22  | F <sub>c</sub> =15.38 |
| T           | 20-1=19    | 2155 | 2155/19=113.42 | P=0.001               |

מסקנה : ברמת מובהקות של 0.001 נדחה את השערת האפס. נבדקים ללא תרפיה עישנו יותר סיגריות מנבדקים שעברו תרפיה.

סעיף ב' : חוקר ב' טועה. יש רק 2 קבוצות. אין שום צורך לבצע ניתוח קונטרסטים. ברור שהפער גובע מההבדל שבין קבוצת המעשנים שעברו תרפיה לקבוצת המעשנים שלא עברו תרפיה. את כיוון האפקט ניתן למדוד באמצעות ממוצעי הקבוצות.



| מקור השונות | דרגות חופש | SS     | MS                | F                         |
|-------------|------------|--------|-------------------|---------------------------|
| B           | 4-1=3      | 12.801 | 4.267             | $4.267/0.4266=$<br>10.002 |
| W           | 44-4=40    | 17.067 | 0.4266            | Fe=6.6                    |
| T           | 44-1=43    | 29.868 | $29.868/43=0.694$ | P=0.001                   |

ההבדלים מובהקים בכל רמת מובהקות שנבחר. ההבדל בהערכת הגילאים מובהק.

סעיף ב': מכיוון שמצאנו בסעיף א' כי ההבדלים מובהקים יש טעם ו/או צורך במבחן המשך. מטרתו של מבחן המשך היא לחשוף מה הן הקבוצות הספציפיות שמהן נובעים ההבדלים. מדובר בהשוואות לאחר מעשה (Post-Hoc). אין בניסוי קבוצת ביקורת ולכן אפשר לבחור במבחן טוקי אם מעוניינים רק בהשוואות זוגיות או לחילופין להשתמש במבחן שפה אם רוצים השוואות מעט יותר מורכבות.

### שאלה 3 (34 נקודות)

חוקר ביקש למצוא את ההבדל בממוצעים של בחינות כניסה ושל ציוני הבגרות בין מועמדים יוצאי ארצות מוצא שונות וכן אותם הבדלים (בבחינות כניסה וציוני בגרות) בין מועמדים בניסובנות.

- 6 נק') א. כמה ניתוחי שונות עליו לבצע כדי לקבל תשובה לשאלותיו? הסבר.
- 28 נק') ב. בצע את הניתוחים הדרושים ובדוק את השערותיו של החוקר. הצג טבלאות, סכומים, ממוצעים וטבלת ניתוח שונות מלאה.

## נתונים (דמיוניים) על 25 מהמועמדים לקבלה לאוניברסיטה

| מספר סדורי | מין | ארץ מוצא | ממוצע ציוני בגרות ( $\sigma=1.0$ ) | ציון בחינת כניסה מתוקנן ( $\sigma=20$ ) |
|------------|-----|----------|------------------------------------|---|
| 1          | 1   | 1        | 8.2                                | 120                                     |
| 2          | 1   | 2        | 7.6                                | 115                                     |
| 3          | 2   | 3        | 8.0                                | 125                                     |
| 4          | 1   | 1        | 8.8                                | 130                                     |
| 5          | 1   | 1        | 7.0                                | 100                                     |
| 6          | 1   | 2        | 7.2                                | 95                                      |
| 7          | 2   | 3        | 7.3                                | 100                                     |
| 8          | 1   | 3        | 8.1                                | 105                                     |
| 9          | 2   | 3        | 7.9                                | 110                                     |
| 10         | 1   | 2        | 8.5                                | 100                                     |
| 11         | 2   | 1        | 8.6                                | 118                                     |
| 12         | 1   | 1        | 8.7                                | 122                                     |
| 13         | 2   | 1        | 9.0                                | 130                                     |
| 14         | 2   | 1        | 8.8                                | 128                                     |
| 15         | 2   | 2        | 8.2                                | 108                                     |
| 16         | 2   | 2        | 8.3                                | 106                                     |
| 17         | 2   | 1        | 7.8                                | 116                                     |
| 18         | 2   | 1        | 7.8                                | 111                                     |
| 19         | 1   | 2        | 7.6                                | 85                                      |
| 20         | 1   | 3        | 6.5                                | 80                                      |
| 21         | 2   | 1        | 6.6                                | 80                                      |
| 22         | 2   | 1        | 6.8                                | 75                                      |
| 23         | 2   | 1        | 7.8                                | 90                                      |
| 24         | 2   | 2        | 6.7                                | 80                                      |
| 25         | 2   | 2        | 6.6                                | 80                                      |

מין: 1 – זכר; 2 – נקבה; ארץ מוצא: 1 – צברים; 2 – ארצות אסיה-אפ'; 3 – ארצות אירופה-אמריקה

### פתרון שאלה 4

סעיף א : החוקר צריך לבצע 4 ניתוחי שונות.

יש שני משתנים קטגוריאליים (משתני קבוצות) ושני משתנים תלויים : ציונים.

הניתוחים שיש לבצע :

1. משתנה בלתי תלוי : מין, משתנה תלוי : ציוני בגרות.
2. משתנה בלתי תלוי : מין, משתנה תלוי : ציון כניסה.
3. משתנה בלתי תלוי : מוצא, משתנה תלוי : ציוני בגרות.
4. משתנה בלתי תלוי : מוצא, משתנה תלוי : ציון כניסה.

סעיף ב' ביצוע הניתוחים השונים.

ניתוח מס' 1 : משתנה בלתי תלוי : מין, משתנה תלוי : ציוני בגרות.

**ציוני בגרות**

| אשה     | גבר               |              |
|---------|-------------------|--------------|
| 8       | 8.2               |              |
| 7.3     | 7.6               |              |
| 7.9     | 8.8               |              |
| 8.6     | 7                 |              |
| 9       | 7.2               |              |
| 8.8     | 8.1               |              |
| 8.2     | 8.5               |              |
| 8.3     | 8.7               |              |
| 7.8     | 7.6               |              |
| 7.8     | 6.5               |              |
| 6.6     |                   |              |
| 6.8     |                   |              |
| 7.8     |                   |              |
| 6.7     |                   |              |
| 6.6     |                   |              |
| 116.2   | 78.2              | סכום ציונים  |
| 909     | 616.84            | סכום ריבועים |
| 194.4   | סכום ציונים כללי  |              |
| 1525.84 | סכום ריבועים כללי |              |

$$T^2 = 194.4^2 = 37791.36 \quad T^2/N = 37791.36/25 = 1511.654$$

$$\sum \frac{T_j^2}{n_j} = \left[ \frac{78.2^2}{10} + \frac{116.2^2}{10} \right] = 1511.686 \quad \sum \sum x_{nj}^2 = 1525.84$$

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n_j} - T^2/N = 1511.686 - 1511.654 = 0.032 \quad SSW = \sum \sum x_{nj}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n_j} = 1525.84 - 1511.686 = 14.154$$

$$SST = \sum \sum x_{nj}^2 - T^2/N = 1525.84 - 1511.654 = 14.186$$

| מקור השונות | דרגות חופש | SS     | MS                | F                       |
|-------------|------------|--------|-------------------|-------------------------|
| B           | 2-1=1      | 0.032  | 0.032             | $0.032/0.615=$<br>0.052 |
| W           | 25-2=23    | 14.154 | $14.154/23=0.615$ |                         |
| T           | 25-1=24    | 14.186 | $14.186/24=0.591$ |                         |

ערך F קטן מ- 1. ברור כי התוצאה לא מובהקת. לא ניתן לדחות את השערת האפס. אין הבדל בין גברים לנשים במוצע ציוני בגרות.

ניתוח מס' 2 : משתנה בלתי תלוי : מין, משתנה תלוי : ציון כניסה.

**ציוני מבחן כניסה**

| אשה    | גבר               |              |
|--------|-------------------|--------------|
| 75     | 80                |              |
| 80     | 85                |              |
| 80     | 95                |              |
| 80     | 100               |              |
| 90     | 100               |              |
| 100    | 105               |              |
| 106    | 115               |              |
| 108    | 120               |              |
| 110    | 122               |              |
| 111    | 130               |              |
| 116    |                   |              |
| 118    |                   |              |
| 125    |                   |              |
| 128    |                   |              |
| 130    |                   |              |
| 1557   | 1052              | סכום ציונים  |
| 166535 | 113084            | סכום ריבועים |
| 2609   | סכום ציונים כללי  |              |
| 279619 | סכום ריבועים כללי |              |

$$T^2 = 2609^2 = 6806881 \quad T^2/N = 6806881/25 = 272275.24$$

$$\sum \frac{T_j^2}{n_j} = \left[ \frac{1052^2}{10} + \frac{1557^2}{15} \right] = 272287 \quad \sum \sum x_{ij}^2 = 279619$$

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n_j} - T^2/N = 272287 - 272275.24 = 11.76 \quad SSW = \sum \sum x_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n_j} = 279619 - 272287 = 7332$$

$$SST = \sum \sum x_{ij}^2 - T^2/N = 279619 - 272275.24 = 7343.76$$

| מקור השונות | דרגות חופש | SS      | MS               | F                      |
|-------------|------------|---------|------------------|------------------------|
| B           | 2-1=1      | 11.76   | 11.76            | 11.76/318.72=<br>0.037 |
| W           | 25-2=23    | 7332    | 7332/23=318.782  |                        |
| T           | 25-1=24    | 7343.76 | 14.186/24=305.99 |                        |

ערך F קטן מ-1. ברור כי התוצאה לא מובהקת. לא ניתן לדחות את השערת האפס. אין הבדל בין גברים לנשים במוצע ציון מבחן כניסה.

ניתוח מס' 3 : משתנה בלתי תלוי : מוצא, משתנה תלוי : ציוני בגרות.

**ציוני מבחן כניסה**

| צברים | אסיה/אפריקה | אירופה אמריקה |                   |
|-------|-------------|---------------|-------------------|
| 1     | 6.6         | 6.5           |                   |
| 2     | 6.8         | 7.3           |                   |
| 3     | 7           | 7.9           |                   |
| 4     | 7.8         | 8             |                   |
| 5     | 7.8         | 8.1           |                   |
| 6     | 7.8         |               |                   |
| 7     | 8.2         |               |                   |
| 8     | 8.6         |               |                   |
| 9     | 8.7         |               |                   |
| 10    | 8.8         |               |                   |
| 11    | 8.8         |               |                   |
| 12    | 9           |               |                   |
|       | 95.9        | 37.8          | סכום ציונים       |
|       | 774.09      | 287.56        | סכום ריבועים      |
|       | 194.4       | 60.7          | סכום ציונים כללי  |
|       | 1525.84     |               | סכום ריבועים כללי |

$$T^2 = 194.4^2 = 37791.36 \quad T^2/N = 37791.36/25 = 1511.654$$

$$\sum \frac{T_j^2}{n_j} = \left[ \frac{95.9^2}{12} + \frac{60.7^2}{8} + \frac{37.8^2}{5} \right] = 1512.729 \quad \sum \sum x_{ij}^2 = 1525.84$$

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n_j} - T^2/N = 1512.729 - 1511.654 = 1.075 \quad SSW = \sum \sum x_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n_j} = 1525.84 - 1512.729 = 13.111$$

$$SST = \sum \sum x_{ij}^2 - T^2/N = 1525.84 - 1511.654 = 14.186$$

| מקור השונות | דרגות חופש | SS     | MS              | F                  |
|-------------|------------|--------|-----------------|--------------------|
| B           | 3-1=2      | 1.075  | 1.075/2=0.5375  | 0.5375/0.595=0.903 |
| W           | 25-3=22    | 13.111 | 13.111/22=0.595 |                    |
| T           | 25-1=24    | 14.186 | 14.186/24=0.591 |                    |

ערך F קטן מ-1. ברור כי התוצאה לא מובהקת. לא ניתן לדחות את השערת האפס. אין הבדל בין קבוצות המוצא בממוצע ציון בגרות.

ניתוח מס' 4 : משתנה בלתי תלוי : מוצא, משתנה תלוי : ציון כניסה.

**ציוני מבחן כניסה**

| אירופה אמריקה | אסיה/אפריקה | צברים             |              |
|---------------|-------------|-------------------|--------------|
| 80            | 80          | 75                | 1            |
| 100           | 80          | 80                | 2            |
| 105           | 85          | 90                | 3            |
| 110           | 95          | 100               | 4            |
| 125           | 100         | 111               | 5            |
|               | 106         | 116               | 6            |
|               | 108         | 118               | 7            |
|               | 115         | 120               | 8            |
|               |             | 122               | 9            |
|               |             | 128               | 10           |
|               |             | 130               | 11           |
|               |             | 130               | 12           |
| 520           | 769         | 1320              | סכום ציונים  |
| 55150         | 75175       | 149294            | סכום ריבועים |
|               | 2609        | סכום ציונים כללי  |              |
|               | 279619      | סכום ריבועים כללי |              |

$$T^2 = 2609^2 = 6806881 \quad T^2/N = 6806881/25 = 272275.24$$

$$\sum \frac{T_j^2}{n_j} = \left[ \frac{1320^2}{12} + \frac{769^2}{8} + \frac{520^2}{8} \right] = 273200.13 \quad \sum \sum x_{ij}^2 = 279619$$

$$SSB = \sum \frac{T_j^2}{n_j} - T^2/N = 273200.13 - 272275.24 = 924.885 \quad SSW = \sum \sum x_{ij}^2 - \sum \frac{T_j^2}{n_j} = 279619 - 273200.13 = 6418.87$$

$$SST = \sum \sum x_{ij}^2 - T^2/N = 279619 - 272275.24 = 7343.76$$

| מקור השונות | דרגות חופש | SS       | MS                  | F                     |
|-------------|------------|----------|---------------------|-----------------------|
| B           | 3-1=2      | 924.885  | 924.885/2=462.442   | 462.442/291.767=1.584 |
| W           | 25-3=22    | 6418.875 | 6418.875/22=291.767 | Fc=3.44               |
| T           | 25-1=24    | 14.186   | 14.186/24=0.591     |                       |

1.584 < 3.44 התוצאה לא מובהקת. לא ניתן לדחות את השערת האפס. אין הבדל בין קבוצות המוצא בממוצע ציון כניסה.

שאלה 5 (18 נקודות)

ארבע קבוצות של פגועי מוח קבלו 4 סוגים של כמוסות לשיפור הזכרון. לאחר קבלת הכמוסות נתבקשו הנבדקים לבצע מטלת זכרון (נמדדו מספר המילים שזכרו).

להלן התוצאות:

| כמוסה              | א'  | ב'  | ג'  | ד'  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| סכום הציונים       | 50  | 70  | 65  | 90  |
| סכום רבועי הציונים | 600 | 500 | 400 | 700 |
| גודל מדגם          | 10  | 10  | 10  | 10  |

- א. (6 נק') בצע ניתוח שונות מלא. (הבא טבלת ניתוח שונות מלאה. פרט את חשוביך)
- ב. (6 נק') הגדר 3 קונטרסטים הבלתי תלויים האחד ברעהו (הצג את המשקלים ואת בדיקות אי התלות).
- ג. (6 נק') בחן את מובהקות הקונטרסטים באמצעות מבחן שפה.

5 דוגמאות, 13 פונקציות

| $\Sigma$ | ר   | $\Sigma$ | ד   | ק   |                              |
|----------|-----|----------|-----|-----|------------------------------|
| 275      | 90  | 65       | 70  | 50  | $\Sigma X = T \cdot \bar{x}$ |
| 2200     | 700 | 400      | 500 | 600 | $\Sigma X^2$                 |
|          | 10  | 10       | 10  | 10  | n                            |

$$SSB = \frac{(50^2 + 70^2 + 65^2 + 90^2)}{10} - \frac{275^2}{40}$$

$$= 1972.5 - 1890.625 = 81.875$$

$$SSW = 2200 - 1972.5 = 227.5$$

דוגמאות

| דוגמה | ר  | SS      | MS    | F    | p       |
|-------|----|---------|-------|------|---------|
| B     | 3  | 81.875  | 27.29 | 4.32 | < 0.025 |
| W     | 36 | 227.5   | 6.32  |      |         |
| T     | 39 | 309.375 | 7.93  |      |         |

$$H_1: R < D$$

$$H_1: R > D$$

$$H_1: R - D < > R$$

$$\begin{matrix} R & D & \geq 3 \\ \mathbf{1} & 0 & -1 & 0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 0 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{matrix}$$

בדיקת קונסיסטנטיות

$$\bar{I} \cdot \bar{II} = (1 \ 0) - (0 \ -1) + (-1 \ 0) - (0 \ -1) = 0$$

$$\bar{I} \times \bar{III} = (1 \ \frac{1}{2}) - (0 \ \frac{1}{2}) - (-1 \ \frac{1}{2}) + (0 \ -\frac{1}{2}) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$$

$$\bar{II} \times \bar{III} = (0 \ \frac{1}{2}) - (-1 \ \frac{1}{2}) + (0 \ \frac{1}{2}) + (1 \ -\frac{1}{2}) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$$



$$I \quad SS\hat{\mu} = \frac{(1 \times 9 + 0.6 \cdot 5 - 1.7 + 0.5)^2}{\frac{12 - 12}{10}} = \frac{4}{0.2} = 20 \quad (2)$$

$$F = \frac{20}{6.32} = 3.16$$

$$\text{lookup } F' = 3 \cdot F(3, 36) = 3 \cdot 2.92 = 8.76 \quad \frac{28}{28}$$

3.16 < 8.76

$$II \quad SS\hat{\mu} = \frac{(-6.5 + 5)^2}{0.2} = \frac{2.25}{0.2} = 11.25$$

$$F = \frac{11.25}{6.32} = 1.78 \quad \frac{28}{28}$$

$$III \quad SS\hat{\mu} = \frac{(4.9 - \frac{1}{2} \cdot 6.5 + \frac{1}{2} \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot 5)^2}{\frac{4 \cdot (3)^2}{10}} = \frac{5.0625}{0.1} =$$

$$= 50.625 \quad F = \frac{50.625}{6.32} = 8.01 \quad \frac{28}{28}$$

8.01 < 8.76

# מטלת מנחה (ממ"ן) 13

הקורס: 10826 – שיטות מחקר ב'

חומר הלימוד למטלה: יחידה 11

משקל המטלה: 7 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 30.4.2004

סמסטר: 2004

אנא שים לב:  
מלא בדיוקנות את הטופס המלווה לממ"ן בהתאם לדוגמה שלפני המטלות.  
העותק את מספר הקורס ומספר המטלה הרשומים לעיל.

שאלה 1 (30 נקודות)

לבדיקת השפעתן של דרגות חוסר שינה שונות על מספר טעויות בביצוע תפקיד זכירה מסוים, נדגמו 4 קבוצות בלתי תלויות של סטודנטים. קבוצה אחת סבלה מחוסר שינה של 12 שעות, השנייה - מחוסר שינה של 24 שעות, השלישית - של 48 שעות והרביעית - של 72 שעות; כל נבדק ביצע את תפקיד הזכירה ומספר הטעויות שעשה נרשם בטבלה הנתונה:

| קבוצה 1 | קבוצה 2 | קבוצה 3 | קבוצה 4 |
|---------|---------|---------|---------|
| 7       | 7       | 9       | 9       |
| 2       | 6       | 10      | 10      |
| 5       | 6       | 3       | 7       |
| 2       | 8       | 8       | 10      |
| 3       | 5       | 5       | 10      |
| 5       | 5       | 8       | 13      |
| 4       | 3       | 6       | 12      |
| 3       | 4       | 7       | 10      |
| 1       | 4       | 7       | 9       |

לחוקר היו שתי השערות מראש (לפני עריכת הניסוי):

- נבדקים אשר סובלים מחוסר שינה של 12 שעות יעשו פחות טעויות משאר הקבוצות.
- נבדקים אשר סובלים מחוסר שינה של 24 שעות יעשו פחות טעויות מנבדקים הסובלים מחוסר שינה של 48 שעות ו-72 שעות.

- 6) (נק') א. האם השערות אלה תלויות אחת ברעותה? הסבר.
- 4) (נק') ב. מה יהיה המבחן הסטטיסטי המתאים? נמק. (רמז: העזר בעמוד 55).
- 20) (נק') ג. בצע את המבחן הסטטיסטי שבחרת לבדיקת שתי ההשערות (קבע את המשקלים, חשב את ה-F, והסק האם אפשר לדחות את  $H_0$ ).

תשובה 1

A. החוקר העלה את ההשערות לפני עריכת הניסוי, בשלב הבא עלינו לבדוק אם ההשוואות הן אורתוגונליות: השערה ראשונה-

$$H_0 : \frac{\mu_2 + \mu_3 + \mu_4}{3} - \mu_1 \leq 0$$

$$H_1 : \frac{\mu_2 + \mu_3 + \mu_4}{3} - \mu_1 > 0$$

השערה שנייה-

$$H_0 : \frac{\mu_3 + \mu_4}{2} - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1 : \frac{\mu_3 + \mu_4}{2} - \mu_2 > 0$$

|                | C1                           | C2   | C3  | C4  |
|----------------|------------------------------|------|-----|-----|
| I              | (-1)                         | 1/3  | 1/3 | 1/3 |
| II             | 0                            | (-1) | 1/2 | 1/2 |
| $\sum C_i C_j$ | $0 + (-1/3) + 1/6 + 1/6 = 0$ |      |     |     |



סכום מכפלות המשוואות שווה 0, המשוואות אורתוגונליות. לכן, המבחן המתאים במקרה הזה הוא - planned comparisons רגיל.  $\alpha_{pc} = 0.01$

|                 | 1       | 2     | 3    | 4    |                             |
|-----------------|---------|-------|------|------|-----------------------------|
|                 | 7       | 7     | 9    | 9    |                             |
|                 | 2       | 6     | 10   | 10   |                             |
|                 | 5       | 6     | 3    | 7    |                             |
|                 | 2       | 8     | 8    | 10   |                             |
|                 | 3       | 5     | 5    | 10   |                             |
|                 | 5       | 5     | 8    | 13   |                             |
|                 | 4       | 3     | 6    | 12   |                             |
|                 | 3       | 4     | 7    | 10   |                             |
|                 | 1       | 4     | 7    | 9    |                             |
| $T_j$           | 32      | 48    | 63   | 90   | $\sum T_j = 233$            |
| $\bar{X}_j$     | 3.555   | 5.333 | 7    | 10   |                             |
| $T_j^2$         | 1024    | 2304  | 3969 | 8100 | $\sum T_j^2 = 15397$        |
| $T_{ij}$        | 113.777 | 256   | 441  | 900  | $\sum T_{ij} = 1710.777$    |
| $\sum x_{ij}^2$ | 142     | 276   | 477  | 924  | $\sum \sum x_{ij}^2 = 1819$ |

השערה ראשונה:

$$C_1 = (-1), C_2 = 1/3, C_3 = 1/3, C_4 = 1/3$$

$$\sum_{j=1}^4 C_j \bar{X}_j = 3.555 * (-1) + 5.333 * 1/3 + 7 * 1/3 + 10 * 1/3 = 3.881$$

$$\sum_{j=1}^4 \frac{C_j^2}{n_j} = \frac{1}{9} [(-1)^2 + 3(1/3)^2] = 0.148$$

$$SSW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} = 1819 - 1710.777 = 108.223$$

$$F = \frac{\frac{(\sum C_j \bar{X}_j)^2}{\sum C_j^2/n}}{SSW / (N-k)} \sim F_{1, (N-k)}$$

$$F = \frac{(3.881)^2 / 0.148}{108.223 / 32} = \frac{15.062 / 0.148}{3.382} = \frac{101.77}{3.382} = 30.091$$

עכשיו עלינו לבדוק בטבלה את הערך הקריטי עבור דרגת חופש אחת במכנה ו-32 במונה. אין בטבלה 32 דרגות חופש, אך נוכל לראות גם בלי לחשב שהערך שקיבלנו (30.091) גדול מכל הערכים הקריטיים של 30 ושל 40 דרגות חופש לגבי כל האלפות. לכן, נוכל לדחות את השערת האפס הראשונה ברמת ביטחון  $\alpha < 0.001$ , ונוכל לומר כי נבדקים שסובלים מחוסר שינה של 12 שעות יעשו פחות טעויות משאר הקבוצות.

השערה שנייה:

$$C_1 = 0, C_2 = (-1), C_3 = 1/2, C_4 = 1/2$$

$$\sum_{j=1}^4 C_j \bar{X}_j = 3.555 * 0 + 5.333 * (-1) + 7 * 1/2 + 10 * 1/2 = 3.167$$

$$\sum_{j=1}^4 \frac{C_j^2}{n_j} = \frac{1}{9} [(-1)^2 + 2(1/2)^2] = 0.166$$

$$F = \frac{(3.167)^2 / 0.166}{3.382} = \frac{10.029 / 0.166}{3.382} = \frac{60.421}{3.382} = 17.865$$

נבדוק בטבלה בדיוק כמו שבדקנו בהשערה הראשונה, הערך שקיבלנו (17.865) גדול מכל הערכים הקריטיים של 30 ושל 40 דרגות חופש, בכל האלפות. לכן, ניתן לדחות את השערת האפס השנייה ולומר שנבדקים עם חוסר שינה של 24 שעות יעשו פחות טעויות מנבדקים עם חוסר של 48 ו-72 שעות, ברמת ביטחון של  $\alpha < 0.001$ .

במשרד החינוך פותחו לאחרונה מספר שיטות חדשות להוראת פיזיקה. להלן ציוני התלמידים של שלוש כיתות, לאחר יישום השיטות.

| שיטה רגילה         | שיטה א' (לימוד פרטני) | שיטה ב' (לימוד ממוחשב) |                             |
|--------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
| 50                 | 80                    | 70                     |                             |
| 60                 | 70                    | 80                     |                             |
| 70                 | 90                    | 70                     |                             |
| 50                 | 60                    | 70                     |                             |
| 40                 | 80                    | 80                     |                             |
| 80                 | 90                    | 90                     |                             |
| 70                 | 80                    | 60                     |                             |
| 50                 | 100                   | 70                     |                             |
| $\Sigma x=470$     | $\Sigma x=650$        | $\Sigma x=590$         | $\Sigma \Sigma x=1710$      |
| $\Sigma x^2=28900$ | $\Sigma x^2=53900$    | $\Sigma x^2=44100$     | $\Sigma \Sigma x^2=126,900$ |
| $\hat{S}=13.866$   | $\hat{S}=14.059$      | $\hat{S}=9.56$         |                             |
| $\bar{X}=58.75$    | $\bar{X}=81.25$       | $\bar{X}=73.75$        |                             |

טיפים:

$$(470^2+650^2+590^2)/8=123,937.5$$

$$(1710^2)/24=121,837.5$$

פתור את הסעיפים הבאים ב-  $\alpha=0.05$

- א. האם הנחת שוויון השוניות מתקיימת?
- ב. מהו גודל האפקט של כ"א מ-3 השיטות ( $\beta_j$ ).
- ג. חוקר א' טען לפני הרצת התוכנית, ששיטה א' יותר יעילה מהשיטה הרגילה, וכי שיטה ב' אף היא יותר יעילה מהשיטה הרגילה. חווה דעתך ע"פ הממצאים.
- ד. חוקר ב' טען לפני הרצת התוכנית, ששיטה ב' יותר יעילה מהשיטה הרגילה. חווה דעתך ע"פ הממצאים.
- ה. חוקר ג' התעניין לבדוק תחילה האם קיים הבדל כלשהו בין הטיפולים. חווה דעתך ע"פ הממצאים.
- ו. חוקר ג', לאחר ביצוע ניתוח שונות החליט להשוות כל שיטה חדשה לשיטה הרגילה. מה תהיה מסקנתו?
- ז. חוקר ד' החליט שהוא מעוניין (לאחר התבוננות בממצאים) בהבדל שבין שיטה א' לשיטה ב'. מה תהיה מסקנתו?
- ח. חוקר ה', לאחר התבוננות בממצאים, החליט שההבדל בין הטיפולים נובע בעיקר מהפער שבין השיטות החדשות (גם יחד) לבין השיטה הרגילה. חווה דעתך ע"פ הממצאים.

החוקר א' חוקר ב' חוקר ג' חוקר ד' חוקר ה' חוקר ו' חוקר ז' חוקר ח'  
 את הסעיפים הבאים ב-  $\alpha=0.05$  פתור את הסעיפים הבאים ב-  $\alpha=0.05$

\* תיקון סליל התקן: (תיקון נתיק המופק הסליל)

סליל רגיל  $(s) = 12.686$

סליל א  $(s) = 11.054$

סליל ב  $(s) = 8.56$

פתרון השלם והסכמה

(א) - זהו כמות יחידות

(ב) זוגם האפקט הניקום מ-2 כמות הוא  $B_j$  נתיקן  
 דאק ים ה'  $B_j$  נתיקן

$B_j = \bar{X}_j - \bar{X}$

סליל רגיל  $B_j = \bar{X}_1 - \bar{X} = 58.75 - 71.25 = 12.5$

סליל א  $B_j = \bar{X}_2 - \bar{X} = 81.25 - 71.25 = 10$

סליל ב  $B_j = \bar{X}_3 - \bar{X} = 73.75 - 71.25 = 2.5$

(ג) מראה בהשוואה מתונה ותלויה: יען סכמתם הסתאוקי חתה

בדיקת איתוס

|          | <u>סליל ב</u> | <u>סליל א</u> | <u>סליל רגיל</u> |
|----------|---------------|---------------|------------------|
| $\psi_1$ | 0             | -1            | -1               |
| $\psi_2$ | 1             | 0             | -1               |
|          | 0             | 0             | +1               |

הקונסטאקטיות:

2

$$F = \frac{(\sum c_j \cdot \bar{X}_j)^2}{MSW \cdot \sum \frac{c_j^2}{n_j}}$$

MSW für jede Gruppe

post hoc test

$$SSW = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{\sum T_j^2}{n_j} = 126900 - 123937.5 =$$

2962.5

$$SSW = n \cdot (s_j^2) = 8 (160.93 + 135.932 + 73.27) = 2962$$

$$N - k = 24 - 3 = 21 \text{ für MSW}$$

$$MSW = \frac{2962.5}{21} = 141.07$$

$$SS\psi_1 = \frac{(\sum c_j \cdot \bar{X}_j)^2}{\sum \frac{c_j^2}{n_j}} = \frac{((1) \cdot 58.75 + (-1) \cdot 81.25)^2}{\frac{(1)^2}{8} + \frac{(-1)^2}{8}} =$$

$$= \frac{506.25}{0.25} = 2025$$

$$SS\psi_2 = \frac{(-1)58.75 + (-1)73.75}{\frac{(-1)^2}{8} + \frac{(-1)^2}{8}} = \frac{225}{0.25} = 900$$

$$F_1 = \frac{SS\psi_1}{MSW} = \frac{2025}{141.07} = 14.35$$

$$F_2 = \frac{SS\psi_2}{MSW} = \frac{900}{141.07} = 6.38$$

מבחן דאנ:  $\alpha = \frac{0.05}{2} = 0.025$  (Dunn)

$$F_{\alpha/2} = 0.025 \cdot 2, (1, 21) = \dots$$

החלטתו ע"י התוצאות מובנה

מבחן התוכן המתאים: Planned comp. (כיד) 3.  
 מתוכננת והשם נרצה להשוואה אחת, אזור שהיא  
 ה"ר (אנדר)

$$F = \frac{(-1) \cdot 58.75 + (-1) \cdot 73.75}{\frac{(-1)^2}{8} + \frac{(-1)^2}{8}} = \frac{225}{0.25} = 900$$

$$F_1 = \frac{SS\psi}{MSW} = \frac{900}{141.07} = 6.38$$

מבחן דאנ:  $\alpha = 0.05$

$$F(0.05) (1, 21) = 4.32$$

החלטתו: התוצאות מובנה

$$F(0.05 \cdot 2 = 0.1) (1, 21) = 2.96$$

מובנה



T

① לכונן השאלה היא לדעת אם יש הבדל ב הממוצעים בין השתי הקבוצות  
הן השאלה היא לדעת אם יש הבדל ב הממוצעים בין השתי הקבוצות  
הן השאלה היא לדעת אם יש הבדל ב הממוצעים בין השתי הקבוצות

|                   |                    |   |
|-------------------|--------------------|---|
| <u>ממוצע</u><br>B | <u>df</u><br>K-1=2 | <u>SS</u><br>$E \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N} = 123,937.5 - 121,837.5 = 2100$ |
| W                 | N-K=21             | $E X_{ij}^2 - \frac{E T_j^2}{n_j} = 126,900 - 123,937.5 = 2962.5$                 |
| T                 | N-1=23             | $E E X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 126,900 - 121,837.5 = 5062.5$                     |

|   |                                      |                                  |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| B | <u>MS</u><br>$\frac{2100}{2} = 1050$ | F = $\frac{1050}{141.07} = 7.44$ |
| W | $\frac{2962.5}{21} = 141.07$         |                                  |

$F_c \alpha = 0.05 (K-1)(N-K) = (2, 21) = 3.47$

השאלה היא לדעת אם יש הבדל בממוצעים בין השתי קבוצות.  $3.47 < 7.44$

1. דיוקן משום של קבוצה של קבוצת הקורות. - אזורי משנה.  
 מתבטא דמיון רב Dunnett

דיוקן דמיון: של קבוצה של קבוצת הקורות

$81.25 - 58.75 = 22.5$   
 $73.75 - 58.75 = 15$

(P זכור) 20 100 כ יאן 21  
 $M = D \cdot \sqrt{\frac{2MSW}{n}} = 2.38 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 141.07}{8}} = 14.13$

כיון שיש דמיון אצל ק N 14.13 שיהיה מובהק.

2. דיוקן של משנה דמיון Tukey  
 מתבטא דמיון רב

|   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|
| א | 58.75 | 73.75 | 81.25 |
| ב | -     | 15    | 22.5  |
| ג | -     | -     | 7.5   |
| ד | -     | -     | -     |

← 7.5 זה דמיון מובהק

$$HSD = d \cdot \sqrt{\frac{MSW}{h}} = 3.58 \sqrt{\frac{141.07}{8}} = 15.03$$

15.03 > 7.5 לסייגן ההבדל בין סלוקט' אה' איננו מובהק.

(ד) כחוקר קמר במחקר באנג' שכן הוא מעוניין בהשוואת שטוחי מעשה ה'ין מספר קבוצות קבוצות הקורני.

$$H_0: \frac{\mu_k + \mu_{k'}}{2} - \mu_{קורני} = 0$$

$$H_1: \frac{\mu_k + \mu_{k'}}{2} - \mu_{קורני} \neq 0$$

M של אנ' מוסק בסע' 1 ע'כו 14.13  
 נבדק בין הממוצעים:

$$\left(\frac{k' - k}{2}\right) \frac{81.25 - 73.75}{2} = 77.5$$

$$77.5 - 58.75 = 18.75$$

↓ ממוצע ס' א'      ↓ קבוצת קורני

מכיון ש 18.75 > 14.13 (צדק אר' H<sub>0</sub> נכחזק) קבוצת הקורני (בייט'ס) שונ' במובהק מ 2 קבוצות א-ב ס' יחד.

(2)

מרוקד המשאני לטוחי מסכה שאונה נואית וכן איננה  
נקיט הקניין = טפה

$$F = \frac{((-1) \cdot 73.75 + (-1) 58.75 + 1 \cdot 81.25)^2}{141.07 \cdot \left( \frac{(-1)^2}{8} + \frac{(-1)^2}{8} + \frac{(1)^2}{8} \right)} =$$

$$\frac{225}{26.45} = 8.5$$

$$F' = (k-1) F (0.03, k-1, (N-k)^{21}) =$$

$$2 \cdot 3.47 = 6.96$$

$$8.5 > 6.96$$

ספינג, נצחה את  $H_0$ , היתאבא מורפקת.