

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ז, 2017  
סמל השאלון: 809203  
נספחים: א. לוח התפלגות נורמלית  
ב. גיליון אלקטרוני – Excel  
(לשאלה 8)  
ג. נוסחאון בניהול התפעול ב'

## ניהול התפעול ב'

שתי יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים:
- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| פרק ראשון: מבוא לסטטיסטיקה | 76 נקודות  |
| פרק שני: סטטיסטיקה יישומית | 24 נקודות  |
| סה"כ                       | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון שאינו ניתן לתכנות.
- ד. הוראות מיוחדות: ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

בשאלון זה 7 עמודים ו-10 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,  
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

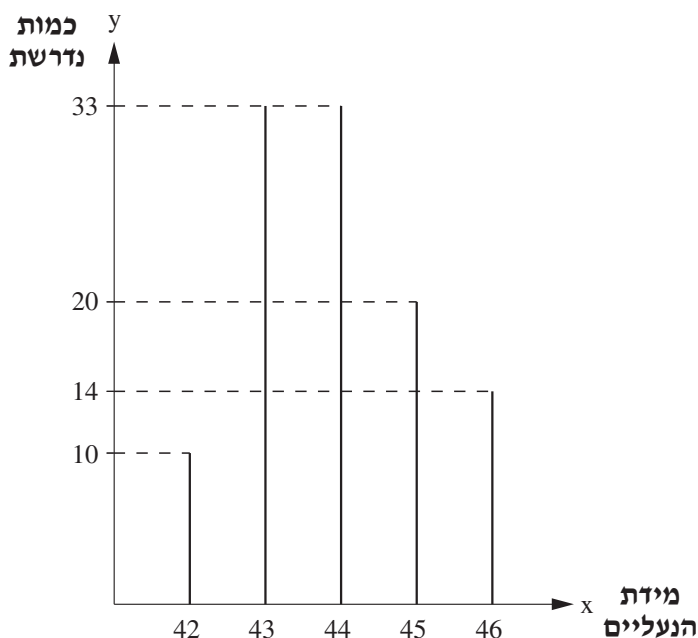
## השאלות

### פרק ראשון: מבוא לסטטיסטיקה (76 נקודות)

ענה על ארבע מבין השאלות 1-7 (לכל שאלה – 19 נקודות).

#### שאלה 1 – סטטיסטיקה תיאורית

בסקר שנערך בבסיס צבאי כלשהו, נבדקה הכמות הנדרשת של זוגות נעלי הגברים מכל אחת מן המידות 42-46. להלן דיאגרמת-מקלות המתארת את הממצאים:



7 נק') א. העתק את דגם טבלת השכיחויות שלפניך, והשלם בה את הנתונים המוצגים בדיאגרמה. הסבר מהו סולם המדידה המתאים למשתנה "מידת הנעליים", ונמק את תשובתך.

| מידת הנעליים x | השכיחות f(x) |
|----------------|--------------|
|                |              |
|                |              |

- (8 נק') ב. חשב את הממוצע, את השכיח ואת החציון של מידות הנעליים.
- (4 נק') ג. בתום איסוף הנתונים נמצא שיש להוסיף לנתוני הכמות הנדרשת עוד 5 זוגות נעליים במידה 42. **הסבר במילים** כיצד ישתנו הממוצע, השכיח והחציון שחישבת בסעיף ב'. נמק את תשובתך ללא חישוב.

## שאלה 2 – התפלגות נורמלית

בבדיקה שערכה מועצת הלול, נמצא כי המשקל של ביצת תרנגולת מתפלג התפלגות נורמלית עם ממוצע של 50 גרם וסטיית תקן של 10 גרם.

- (7 נק') א. חשב את ההסתברות שביצה תשקול בין 58 גרם ל-72 גרם.
- (7 נק') ב. המועצה בדקה מדגם אקראי של 30 ביצים. חשב את ההסתברות שמשקלן הממוצע יהיה נמוך מ-54 גרם.
- (5 נק') ג. המועצה בדקה מדגם אקראי של 20 ביצים. חשב את ההסתברות שהמשקל הכולל של הביצים האלה יהיה גבוה מ-1,050 גרם.

## שאלה 3 – הסתברות והתפלגות בינומית

- ב"מבחן אמריקאי" (מסוג רב-בָּרָה) ישנן חמש שאלות. בכל שאלה ניתן לבחור תשובה אחת מבין ארבע תשובות אפשריות. כל השאלות שוות בערכן – 20 נקודות.
- (10 נק') א. ההסתברות שתלמיד שהתכוון לבחינה יענה נכון על שאלה היא 50%. מה הסיכוי של התלמיד לעבור את הבחינה אם הציון "עובר" הוא 60 ומעלה?
- (9 נק') ב. מה הסיכוי של תלמיד שלא למד כלל ומנחש את התשובות לעבור את הבחינה?

#### שאלה 4 – תורת הקבוצות

במשחק שש-בש מטילים שתי קוביות משחק. הוגדרו שתי קבוצות של תוצאות ה־טֶלָה:

קבוצה A – שתי הקוביות מראות ערכים שווים

קבוצה B – הסכום של ערכי שתי הקוביות גדול מ-8

(10 נק') א. תאר את איברי הקבוצות A ו-B על-פי תוצאות ההטלה של הקוביות, וציין את האיחוד והחיתוך של שתי הקבוצות שהוגדרו לעיל.

(9 נק') ב. נגדיר קבוצה C – שבה שתי הקוביות מראות ערכים שווים הקטנים מ-4. הצג בעזרת דיאגרמת וֶן (Venn) את החיתוך בין קבוצה C לבין קבוצה  $\bar{A}$ .

#### שאלה 5 – סטטיסטיקה תיאורית

משרד החינוך בדק את הצפיפות ב-50 כיתות ברחבי הארץ.  
להלן הממצאים:

| מספר התלמידים בכיתה | מספר הכיתות |
|---------------------|-------------|
| x                   | f(x)        |
| 10 – 20             | 10          |
| 20 – 30             | 20          |
| 30 – 35             | 15          |
| 35 – 40             | 5           |
|                     | n = 50      |

(15 נק') א. חשב את הממוצע ואת סטיית התקן של מספר התלמידים בכיתה.

(4 נק') ב. הנח שנוספו לטבלה נתונים על שתי כיתות. בכל כיתה היו 38 ילדים. כיצד ישתנו שני המדדים שחישבת בסעיף א'? נמק את תשובתך ללא חישוב.

## שאלה 6 – רגרסיה לינארית

במחקר שבדק את הקשר בין מספר שעות הצפייה בטלוויזיה ביום לבין הציון בבחינת הבגרות במתמטיקה של שמונה תלמידי תיכון, התקבלו הנתונים האלה:

| מספר שעות הצפייה<br>בטלוויזיה ביום | 0  | 0.5 | 1  | 1.5 | 2  | 2.5 | 3  | 4  |
|------------------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| הציון בבחינת<br>הבגרות במתמטיקה    | 93 | 92  | 87 | 88  | 85 | 92  | 86 | 82 |

- 14 (נק') א. 1. חשב את מקדם המתאם בין מספר שעות הצפייה בטלוויזיה ביום ובין הציון בבחינת הבגרות. הסבר את משמעות התוצאה שקיבלת.
2. חשב את משוואת הרגרסיה לניבוי הציון בבחינת הבגרות על-פי מספר שעות הצפייה בטלוויזיה ביום.
- 5 (נק') ב. הצג את נתוני המחקר בדיאגרמת פיזור.

## שאלה 7 – התפלגות נורמלית

במחקר על זמני הצפייה בטלוויזיה של נערים, נמצא כי זמן הצפייה היומי בטלוויזיה מתפלג התפלגות נורמלית עם ממוצע של 90 דקות וסטיית תקן של 15 דקות.

- 7 (נק') א. חשב את אחוז הנערים שצופים בטלוויזיה יותר מ-120 דקות ביום.
- 7 (נק') ב. חשב את אחוז הנערים שצופים בטלוויזיה בין 75 ל-95 דקות ביום.
- 5 (נק') ג. חשב את הזמן ש-67% מן הנערים צופים בטלוויזיה **פחות** ממנו ביום.

## **פרק שני: סטטיסטיקה יישומית (24 נקודות)**

**ענה על שאלה 8 – שאלת חובה.**

**עליך לרשום את התשובות לסעיפי השאלה במחברת הבחינה בלבד. נספח ב' ישמש לך כלי עזר בלבד.**

### **שאלה 8**

במפעל "היוצר" נאספו נתונים על השכר החודשי (בש"ח) של העובדים, על מספר שנות הוותק שלהם ועל התפוקה שלהם (ביחידות לשעת עבודה). הנהלת המפעל מבקשת לבדוק אם קיים קשר בין ותק העובדים ותפוקתם ובין שכרם החודשי. הנתונים הללו מוצגים בגיליון האלקטרוני Excel שבנספח ב'. בתשובה לכל סעיף, לצורך עיבוד הנתונים, עליך לרשום את הפונקציה המתאימה, ולפרט את טווח התאים הרלוונטיים לחישוב הפונקציה.

כאמור, יש לענות על כל סעיפי השאלה במחברת הבחינה.

### **קרא בעיון את ההוראות שלהלן בטרם תענה על סעיפי השאלה:**

- בתשובותיך השתמש בפונקציות המתאימות ובכתובות יחסיות ומוחלטות כפי שהן מופיעות בתוכנת Excel.
- עליך לכתוב את הנוסחה או את הפונקציה כפי שייראו בשורת הנוסחאות.
- אין לחשב בעזרת מחשבון. תשובה שתינתן על-פי חישוב במחשבון לא תתקבל.
- **שים לב:** אתה נדרש להציג את הפונקציה לחישוב, ולא ערך מספרי.
- בנוסחאון שבנספח ג' לשאלון, נתונים רשימת פונקציות ה-Excel כשהן ממוינות לפי קטגוריות, והתחביר לכתובתן.

**ענה על ארבעה מבין הסעיפים א'-ו' (לכל סעיף – 6 נקודות).**

- א.** התבקשת לבדוק את עוצמת הקשר הלינארי בין מספר שנות הוותק של העובדים ובין שכרם החודשי. רשום את הפונקציה שתירשם בתא D17 לחישוב **מקדם המתאם בין ותק העובדים ובין שכרם החודשי** (כולל טווח התאים הרלוונטי). ציין מהו טווח הערכים האפשרי של מקדם המתאם.
- ב.** 1. רשום את הפונקציה שתירשם בתא D23 לחישוב **סטיית התקן של השכר החודשי** (כולל טווח התאים הרלוונטי).
2. רשום את הפונקציה שתירשם בתא D25 לחישוב **ממוצע השכר החודשי** (כולל טווח התאים הרלוונטי).
- ג.** רשום את הפונקציה שתירשם בתא D27 לחישוב **ציון התקן (הערך המנורמל) של השכר החודשי בסך 5,200 ש"ח**. האם ערך זה יכול להיות שלילי? נמק את תשובתך.
- ד.** רשום את הפונקציה שתירשם בתא D2 לחישוב **התחזית לשכר החודשי לפי ותק העובד**. יש לבחור טווח תאים מתאים כך שהפונקציה תיגרר לאורך העמודה, עד לתא D14.
- ה.** רשום את הפונקציה שתירשם בתא E2 לחישוב **התחזית לשכר החודשי לפי תפוקה לשעה**. יש לבחור טווח תאים מתאים כך שהפונקציה תיגרר לאורך העמודה, עד לתא E14.
- ו.** רשום את הפונקציה שתירשם בתא D21 לחישוב **סכום השכר החודשי של העובדים בעלי ותק של מעל 6 שנים** (כולל טווח התאים הרלוונטי).

**בהצלחה!**





# נספח ב' (לשאלה 8)

לשאלון 809203, קיץ תשע"ז

## גיליון אלקטרוני – Excel

| E                                | D                                                  | C          | B   | A         |     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|------------|-----|-----------|-----|
| תחזית השכר החודשי לפי תפוקה לשעה | תחזית השכר החודשי לפי ותק                          | תפוקה לשעה | ותק | שכר חודשי | 1.  |
|                                  |                                                    | 5          | 3   | 4700      | 2.  |
|                                  |                                                    | 6          | 4   | 5200      | 3.  |
|                                  |                                                    | 4          | 5   | 6400      | 4.  |
|                                  |                                                    | 7          | 6   | 6700      | 5.  |
|                                  |                                                    | 9          | 7   | 7000      | 6.  |
|                                  |                                                    | 11         | 8   | 7100      | 7.  |
|                                  |                                                    | 12         | 9   | 7240      | 8.  |
|                                  |                                                    | 11         | 10  | 7500      | 9.  |
|                                  |                                                    | 13         | 11  | 8100      | 10. |
|                                  |                                                    | 12         | 12  | 8210      | 11. |
|                                  |                                                    | 13         | 13  | 8400      | 12. |
|                                  |                                                    | 14         | 14  | 8520      | 13. |
|                                  |                                                    | 15         | 15  | 8620      | 14. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 15. |
|                                  | מקדם המתאם בין הוותק ובין השכר החודשי              |            |     |           | 16. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 17. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 18. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 19. |
|                                  | סכום השכר החודשי של העובדים בעלי ותק של מעל 6 שנים |            |     |           | 20. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 21. |
|                                  | סטיית התקן של השכר החודשי                          |            |     |           | 22. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 23. |
|                                  | הממוצע של השכר החודשי                              |            |     |           | 24. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 25. |
|                                  | ציון התקן של השכר החודשי בסך 5,200 ש"ח             |            |     |           | 26. |
|                                  |                                                    |            |     |           | 27. |

אין להעביר את הנוסחאון  
לנבחן אחר

## נספח ג': נוסחאון בניהול התפעול ב'

(8 עמודים)

### סטטיסטיקה תיאורית

$$P = \frac{f}{n} \frac{\text{שכיחות}}{\text{גודל המדגם}}$$

א. שכיחות יחסית (%):

$$f' = \frac{\text{שכיחות}}{\text{רוחב הקבוצה}}$$

ב. צפיפות:

$$\bar{X} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{n}$$

ג. מדדי מרכז:

$\bar{X}$  - ממוצע:

$$\bar{X} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_k f_k}{n} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{n}$$

הממוצע  $\bar{X}$  בטבלת השכיחויות:

(k = מספר הקבוצות בטבלת השכיחויות)

Me - חציון:

חציון למשתנה בדיד:

$$Me = X\left(\frac{n+1}{2}\right)$$

אם n אי-זוגי:

$$Me = \frac{X\left(\frac{n}{2}\right) + X\left(\frac{n}{2} + 1\right)}{2}$$

אם n זוגי:

חציון למשתנה רציף:

$$Me = L + \frac{\ell}{f} \left( \frac{n}{2} - F \right)$$

L – הגבול התחתון של הקבוצה החציונית

$\ell$  – רוחב הקבוצה החציונית

f – שכיחות הקבוצה החציונית

F – השכיחות המצטברת עד הקבוצה החציונית (לא כולל אותה)

$\bar{X}$  – שכיח:

I. **השכיח למשתנה בדיד** הוא הערך בעל השכיחות הגבוהה ביותר.

$$\bar{X} = L + \frac{f'_i - f'_{i-1}}{(f'_i - f'_{i-1}) + (f'_i - f'_{i+1})} \cdot \ell$$

II. **השכיח למשתנה רציף:**

כאשר:

L – הגבול התחתון של קבוצת השכיח

$\ell$  – הרוחב של קבוצת השכיח

$f'_i$  – הצפיפות בקבוצת השכיח

$f'_{i-1}$  – הצפיפות בקבוצה שלפני השכיח

$f'_{i+1}$  – הצפיפות בקבוצה שאחרי קבוצת השכיח

ד. מדדי פיזור:

$$V = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 f_1 + (x_2 - \bar{x})^2 f_2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 f_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{n}$$

V - השונות:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 f_i}{n} - (\bar{x})^2$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 f_i}{n} - (\bar{x})^2$$

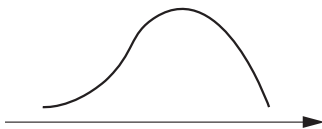
השונות V בטבלת השכיחויות:

$$Q_3 - Q_1 = \left[ L + \frac{\ell}{f} \cdot \left[ \frac{3}{4} N - F \right] \right] - \left[ L + \frac{\ell}{f} \cdot \left[ \frac{1}{4} N - F \right] \right]$$

התחום הבין-רבעוני:

ה. צורות התפלגות פעמוניות:

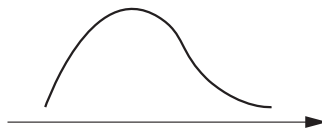
התפלגות א־סימטרית  
שמאלית



$$\bar{X} > Me > \bar{x}$$

ממוצע > חציון > שכיח

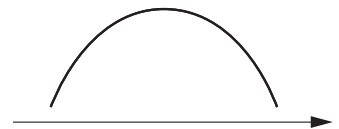
התפלגות א־סימטרית  
ימנית



$$\bar{X} < Me < \bar{x}$$

ממוצע < חציון < שכיח

התפלגות סימטרית



$$\bar{X} = Me = \bar{x}$$

ממוצע = חציון = שכיח

### רגרסיה לינארית

א.  $r_{XY}$  – מקדם מתאם (פירסון) בין המשתנים  $X$  ו- $Y$

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n} - \bar{X}^2 \quad S_Y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n} - \bar{Y}^2$$

$$S_{XY} = \text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n} - \bar{X} \cdot \bar{Y}$$

$$r_{XY} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{S_X \cdot S_Y}$$

$$-1 \leq r_{XY} \leq 1$$

ב. קו הרגרסיה של  $Y$  על סמך  $X$

$$\hat{Y} = a_{Y/X} X + b_{Y/X}$$

$$a_{Y/X} = \frac{S_{YX}}{S_X^2} \quad b_{Y/X} = \bar{Y} - a_{Y/X} \bar{X}$$

ג. קו הרגרסיה של  $X$  על סמך  $Y$

$$\hat{X} = a_{X/Y} Y + b_{X/Y}$$

$$a_{X/Y} = \frac{S_{YX}}{S_Y^2} \quad b_{X/Y} = \bar{X} - a_{X/Y} \bar{Y}$$

## הסתברות

$$P(A) = \frac{\text{מספר האפשרויות של מאורע A}}{\text{מספר האפשרויות של מרחב המדגם}} = P(A)$$

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B) \quad \text{כאשר } A \text{ ו-} B \text{ הם מאורעות בלתי תלויים:}$$

## התפלגויות

**א. התפלגות בינומית:**  $X \sim B(n, p)$

תוחלת  $E(X) = np$

שונות  $V(X) = npq = np(1-p)$

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k (1-p)^{n-k}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$0 \leq p \leq 1$$

**ב. התפלגות נורמלית:**

$$X \sim N(\mu, \sigma)$$

$\mu$  - ממוצע האוכלוסייה

$\sigma$  - סטיית התקן של האוכלוסייה

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma} \sim N(0, 1) \quad (\text{ציון תקן})$$

## התפלגות נורמלית סטנדרטית

$$P(X \leq a) = \Phi\left(\frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

$$P(X > a) = 1 - \Phi\left(\frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

$$P(a < X < b) = \Phi\left(\frac{b - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

$$\Phi(-z) = 1 - \Phi(z)$$

### משפט הגבול המרכזי

יהיו  $x_1, x_2, \dots, x_n$  משתנים מקריים בלתי תלויים ושווי-התפלגות בעלי תוחלת  $n$  וסטיית תקן  $v$ , המוגדרים על אותו מרחב מדגם. עבור  $n$  מספיק גדול מתקיים בקירוב:

$$\sum_{i=1}^n X_i = S_n \sim N(n\mu, \sqrt{n} \sigma) \quad \text{התפלגות הסכום:}$$

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) \quad \text{התפלגות הממוצע:}$$

$$Z_{\bar{X}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \quad \text{ציון התקן:}$$

## רשימת פונקציות בגיליון אלקטרוני Excel

### מתמטיקה וטריגונומטריה

|                                            |
|--------------------------------------------|
| = ABS (number)                             |
| = ROUND (number, num_digits)               |
| = SQRT (number)                            |
| = SUBTOTAL (function_num, ref1, ref2, ...) |
| = SUM (number1, number2, ...)              |
| = SUMIF (range, criteria, sum_range)       |

### סטטיסטיקה

|                                                |
|------------------------------------------------|
| = AVEDEV (number1, number2, ...)               |
| = AVERAGE (number1, number2, ...)              |
| = CORREL (array1, array2)                      |
| = COUNT (value1, value2,...)                   |
| = COUNTA (value1, value2,...)                  |
| = COUNTBLANK (range)                           |
| = COUNTIF (range, criteria)                    |
| = FORECAST (x, known_y's, known_x's)           |
| = INTERCEPT (known_y's, known_x's)             |
| = LARGE (array, k)                             |
| = MAX (number1, number2,...)                   |
| = MEDIAN (number1, number2,...)                |
| = MIN (number1, number2,...)                   |
| = MODE (number1, number2,...)                  |
| = NORMDIST (x, mean, standard_dev, cumulative) |
| = NORMSDIST (Z)                                |
| = QUARTILE (array, quart)                      |
| = RANK (number, ref, order)                    |
| = SKEW (number1, number2,...)                  |
| = SLOPE (known_y's, known_x's)                 |
| = SMALL (array, k)                             |
| = STANDARDIZE (x, mean, standard_dev)          |
| = STDEV (number1, number2,...)                 |
| = VAR (number1, number2,...)                   |



| לוגי                                               |
|----------------------------------------------------|
| = AND (logical1, logical2,...)                     |
| = FALSE ()                                         |
| = IF (logical_test, value_if_true, value_if_false) |
| = NOT (logical)                                    |
| = OR (logical1, logical2,...)                      |
| = TRUE ()                                          |

| הפניות ובירור מידע                                                 |
|--------------------------------------------------------------------|
| = INDEX (array, row_num, column_num)                               |
| = LOOKUP (lookup_value, lookup_vector, result_vector)              |
| = MATCH (lookup_value, lookup_array, match_type)                   |
| = VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_index_num, range_lookup) |

| מסד נתונים                           |
|--------------------------------------|
| DAVERAGE (database, field, criteria) |
| DCOUNT (database, field, criteria)   |
| DCOUNTA (database, field, criteria)  |
| DGET (database, field, criteria)     |
| DMAX (database, field, criteria)     |
| DMIN (database, field, criteria)     |
| DPRODUCT (database, field, criteria) |
| DSTDEV (database, field, criteria)   |
| DSUM (database, field, criteria)     |
| DVAR (database, field, criteria)     |