

# מתמטיקה לכלכלנים ב

פרק 9 - קיצון של פונקציה רבת משתנים (רמה מתקדמת) - הריבועים הפחותים

תוכן העניינים

1. קיצון של פונקציה רבת משתנים ..... 1

## קיצון של פונקציה רבת משתנים (מתקדם) – ריבועים פחותים

### שאלות

מצאו את נקודות הקיצון של הפונקציות בשאלות 1-5:

$$f(x, y) = 1 + 2xy - x^2 - y^2 \quad (1)$$

$$f(x, y) = 4 - \sqrt{x^2 + y^2} \quad (2)$$

$$(z = f(x, y)) \quad z^3 + z + xy - 2x - y + 2 = 0 \quad (3)$$

$$f(x, y) = x^3 - y^3 - 3x^2 + 6y^2 + 3x - 12y + 8 \quad (4)$$

$$(x, y, z > 0) \quad f(x, y, z) = x + \frac{y^2}{4x} + \frac{z^2}{y} + \frac{2}{z} \quad (5)$$

(6) מצאו מרחק מינימלי בין הפרבולה  $y = x^2 + 1$ , לפרבולה  $y = -x^2 + 2x$ .  
\* לפתרון תרגיל זה נדרש ידע בפתרון נומרי (מקורב) של משוואה, כגון שיטת ניוטון רפסון.

בשאלות 7-11 נתונות  $n$  נקודות,  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ , ויש למצוא קו עקום מהצורה  $y = h(x)$ , כך ששכום ריבועי המרחקים האנכיים בין העקום והנקודות יהיה מינימלי.

$$(7) \quad h(x) = ax + b, \text{ הדגימו עבור הנקודות } (2, 2.5), (1, 0.8), (3, 3.2), (4, 3.5).$$

$$(8) \quad h(x) = ax^2 + bx, \text{ הדגימו עבור הנקודות } (-1, 2), (2, 0), (0, -2).$$

$$(9) \quad h(x) = ax + \frac{b}{x}, \text{ הדגימו עבור הנקודות } (10, 20.2), (6, 12.9), (4, 8.5), (0.5, 4).$$

$$(10) \quad h(x) = ax^2 + \frac{b}{x^2}, \text{ הדגימו עבור הנקודות } (4, 33), (2, 8.5), (0.5, 2.3), (1, 4.5), (0.1, 90).$$

(11)  $h(x) = ax^2 + bx + c$ , הדגימו עבור  $(1, 4.5), (0.5, 2.3), (0, 0.8), (-1, 0.1), (-0.5, 0.12)$ .

(12) נתונות  $n$  נקודות:  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ .

מצאו ישר  $y = ax + b$ , כך שסכום ריבועי המרחקים האנכיים בין הישר והנקודות יהיה מינימלי.  
יש להגיע לנוסחה מפורשת עבור  $a$  ו- $b$ .

הערה: בשאלות 11 ו-12 ניתן להניח ש- $a$  ו- $b$ , המתקבלים מפתרון המשוואות  $f_a = 0, f_b = 0$ ,

נותנים את המינימום המוחלט של פונקציית ריבועי המרחקים האנכיים  $f(a, b) = \sum_{i=1}^n (h(x_i) - y_i)^2$ .

## תשובות סופיות

(1)  $(t, t)$  לכל  $t$  ממשי, מקסימום.

(2)  $(0, 0)$  מקסימום.

(3) אין קיצון.  $(1, 2)$  אוסף.

(4) אין קיצון.  $(1, 2)$  אוסף.

(5) מינימום  $(0.5, 1.1)$ .

(6) 0.375

(7)  $y = 0.88x + 0.3$

(8)  $y = \frac{2}{3}x^2 - \frac{4}{3}x$

(9)  $y = 2.032x + \frac{1.5039}{x}$

(10)  $y = 2.06x^2 + \frac{0.9}{x^2}$

(11)  $y = 1.48x^2 + 2.196x + 0.824$

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i x_i - \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i x_i \sum_{i=1}^n x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (12)$$