

## מטלה – מכרזי ויקרי-קלארק-גרובס ומאירסון

יש לענות על שאלה אחת לבחירתכם. שאלות המסומנות בכוכבית (\*) מזכות בניקוד כפול.

### שאלה 1: שוק דו-צדדי

אחד השימושים של תורת המכרזים הוא ניהול אוטומטי של שוק דו-צדדי, שיש בו גם קונים וגם מוכרים, כמו למשל בבורסה לניירות ערך. לצורך השאלה נניח שכל מוכר מחזיק מניה אחת, כל קונה מעוניין במניה אחת, וכל המניות זהות (של אותה חברה).

א. נניח שבבורסה יש:

- חמישה מוכרים, המייחסים למניה שלהם את הערכים הבאים: 11, 23, 35, 47, 59.
- חמישה קונים, המייחסים לאותה מניה את הערכים: 50, 62, 74, 86, 98.

מהו המסחר הממקסם את סכום הערכים – כמה מניות נסחרות, מי מוכר ומי קונה?

ב. מה הם תשלומי VCG בשוק של סעיף א? מה הבעיה בתשלומים אלה?

ג. נתון כלל-הבחירה "בחר את כל הקונים והמוכרים במסחר האופטימלי, פרט לקונה עם הערך הנמוך ביותר ולמוכר עם הערך הגבוה ביותר". מה הם תשלומי מאירסון עבור כלל זה? הדגימו על השוק של סעיף א.

### \* שאלה 2: תיכנות - כלל-התשלום של מאירסון

כיתבו פונקציה, המקבלת כקלט כלל-בחירה כלשהו, ומחשבת את כלל-התשלום המתאים לפי משפט מאירסון. כותרת הפונקציה:

```
def payments (values:List[float], choice_rule) → List[float]: ...
```

הפונקציה מקבלת כקלט שני פרמטרים:

- א. וקטור הערכים values – הכולל את הערך של כל שחקן.
  - ב. כלל-הבחירה choice\_rule – שהוא פונקציה עם הכותרת הבאה:  

```
def choice_rule (values:List[float]) → List[Boolean]: ...
```
  - הפונקציה choice\_rule מקבלת וקטור ערכים כלשהו ומחזירה עבור כל שחקן האם הוא נבחר (True) או לא נבחר (False).
  - ניתן להניח שהפונקציה choice\_rule המועברת בקלט מתאימה לכלל-בחירה מונוטוני.
- הפונקציה payments צריכה להחזיר את וקטור התשלומים, בשקלים, ברמת-דיוק של 0.01 ש"ח. בדקו את הפונקציה שלכם על כמה פונקציות-בחירה שונות.

### שאלה 3: דוגמאות למכרזי מאירסון

הסעיפים הבאים מתייחסים לכלל-הבחירה "בחר את הערך הגבוה ביותר, בתנאי שהוא לפחות 10".

- הראו (ע"י דוגמה) שתשלומי וק"ג עבור כלל זה אינם מגלי-אמת.
- תנו נוסחה לחישוב תשלומי מאירסון עבור כלל זה. הדגימו את הנוסחה. בסעיפים הבאים, נתון שלכל משתתף  $i$  יש משקל  $w_i$  שהוא מידע ציבורי. כלל-הבחירה הוא "בחר את המשתתף שהמכפלה ערך\*משקל ( $v_i * w_i$ ) שלו היא הגדולה ביותר".
- הראו (ע"י דוגמה) שתשלומי וק"ג עבור כלל זה אינם מגלי-אמת.
- תנו נוסחה לחישוב תשלומי מאירסון עבור כלל זה. הדגימו את הנוסחה.

### \* שאלה 4: אלגוריתם מגלה-אמת לעץ פורש מקסימלי

נתון גרף לא-מכוון, שבו לכל קשת יש ערך. כל קשת שייכת למישהו, והערך הוא מידע פרטי של הבעלים.

- הדגימו את אלגוריתם VCG למציאת עץ פורש עם ערך מקסימלי.
- הדגימו את אלגוריתם מאירסון למציאת עץ פורש עם ערך מקסימלי.

### שאלה 5: מכרזים קומבינטוריים

עמי ותמי משתתפים במכרז קומבינטורי על שלושה חפצים שונים. כזכור, מכרז קומבינטורי הוא מכרז שבו כל משתתף יכול להציע מחיר לכל תת-קבוצה של חפצים. ערכי המשתתפים נתונים בטבלה הבאה:

תמי	עמי	
0	0	קבוצה ריקה
62	50	א
52	60	ב
42	70	ג
143	111	א,ב
133	131	א,ג
123	151	ב,ג
153	171	א,ב,ג

- מה יעשה מכרז VCG במצב זה – מי יקבל כל חפץ, וכמה ישלם?
- מה יעשה מכרז מאירסון במצב זה – מי יקבל כל חפץ, וכמה ישלם?