

חקר ביצועים 1  
לתלמידי סטטיסטיקה

המורה: די"ר רפי חסין

משך הבחינה: 3 שעות  
ללא חוזר עזר.  
אין לכתוב על השאלון.

שאלה 1

כהן ושנות החליטו להקים רשת חנויות למכירת מזון. לרשותם 4 חנויות והם רוצים למכור בהן 6 מוצרים שונים. כל אחד מהמוצרים ימכר בחנות אחת בדיוק. חנויות 1,2 קטנות וניתן למכור בהן רק סוג אחד של מוצר, ולעומתן חנויות 3,4 גדולות וניתן למכור בהן שני סוגים. להלן טבלה המתארת את הרווח הצפוי ממכירת כל מוצר בכל חנות. (סימן "-" מראה שאי אפשר למכור את המוצר בחנות)

מוצר

|   | א   | ב   | ג   | ד   | ה   | ו   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | -   | -   | -   | 120 | 170 | 100 |
| 2 | 200 | -   | 150 | -   | -   | 130 |
| 3 | 200 | 180 | 190 | -   | 160 | 140 |
| 4 | 190 | 160 | -   | 110 | 140 | 170 |

חנויות

יש למצוא חלוקה של המוצרים בין החנויות שתביא לרווח מקסימלי.

- לנסח כבעיות תכנות לינארי.
  - לפתור בעזרת אלגוריתם ההשמה.
- האם הפתרון האופטימלי יחיד?

שאלה 2

עו"ד איוב בן חורין גילה לתדהמתו שלתאריך 26.8 נקבעו לו 18 פגישות החל משעה 6 בבוקר ובהפרש של שעה זו מזו. כל פגישה נמשכת שעה. ודורשת שעה להכנה ולכן אי אפשר לקיים שתי פגישות רצופות. הנזק הצפוי מביטול הפגישה ה- $k$  נאמד

ב-  $\omega_i$  . עליו להחליט באיזה פגישות להשתתף כך שסך הנזק יהיה מינימלי.

- א. לנסח כבעית תכנות לינארי בשלמים.
- ב. לנסח משוואות תכנות דינמי (לשים לב לתנאי התחלה).
- ג. כמו בסעיף הקודם אבל ההכנה לפגישה נמשכת שתיים.

שאלה 3

-----

נורים נם, הזמר הטורקי בעל הקול הערב, יוצא לסבוב הופעות ב-25 ערים ברחבי העולם. בעיר  $i$  הוא מוזמן להופיע  $a_i$  ימים רצופים החל מיום  $d_i$  (לצורך זה נניח ספרור עוקב של הימים בשנה - 1, 2, 3, ...). על כל יום איחור או הקדמה ביחס ליום הרצוי לתחילת ביקורו בעיר  $i$  הוא מפסיד סכום  $w_i$  .

א. נניח שסדר הביקורים בערים השונות קבוע. קודם עיר 1, אחריה 2, 3, ..., 25. יש לנסח בעיות תכנות לינארי שתעזור לנורים נם לתכנן את מועדי בקורו בערים השונות.

ב. כמו בסעיף א', אבל סדר הביקורים לא נתון אלא ניתן לתכנן . (רמז: אפשר להעזר במשתנים בינאריים  $x_{ij}$  המבדילים בין המקרה שבו יבקר הזמר בעיר  $i$  לפני עיר  $j$  ובין המקרה ההפוך, לכל זוג ערים  $i, j$  .)

שאלה 4

-----

משרד התוור בנכסי דלא ניידים "בן שמעון ובניו" ידוע בכל העיר.

לקוחות נוהרים אליו במופע פואסוני עם פרמטר  $\lambda$  . במשרד שני פקידים המקבלים את הלקוחות במאור פנים ומספקים שרות שנמשך  $\exp(\mu)$  . לקוח שהגיע ומצא את שני הפקידים עסוקים הולך בהסתברות  $p$  לשתות כוס תה בבית הקפה הסמוך (משך השתיה  $\exp(\eta)$  ) . בהסתברות  $1-p$  הוא הולך למשרד אחר. בבית הקפה שני מקומות ישיבה. אם שניהם תפוסים הלקוח אינו ממתיין אלא הולך למשרד אחר. עם תום שתית התה עוזב הלקוח את בית הקפה ובודק את מצב המשרד. אם יש פקיד פנוי הוא נכנס אליו. אחרת, בהסתברות  $p$  הוא חוזר לבית הקפה ובהסתברות  $1-p$  הוא הולך למשרד אחר.

- א. להגדיר את מצבי המערכת.
- ב. לצייר דיאגרמת חיצים ולהסבירה במלים.
- ג. בהנחה שההסתברויות למצבים השונים כבר חושבו, לרשום את הנוסחאות לחישוב  $L, W, \bar{\lambda}$  ולהסביר במילים יאט משמעות שלושת הגדלים האלה.