

1. ג'ובים  $i = 1, \dots, n$  מגיעים בזה אחר זה לקבל שירות. משך השירות של ג'וב  $i$  הוא  $P_i$ . יש מכונה אחת שמטפלת בג'וב אחד לכל היותר בכל רגע נתון. ג'וב  $i$  מגיע בזמן  $R_i$  וכמובן שאי אפשר להתחיל את הטיפול בו לפני הגעתו. ניתן להפסיק טיפול בג'וב בכל רגע (כדי לטפל בג'וב אחר) ולחזור אליו מאוחר יותר להמשך הטיפול מהנקודה בה הופסק. נסמן ב-  $C_j$  את זמן סיום הטיפול בג'וב  $j$ . המטרה היא להביא למינימום את  $\sum C_j$ . התשובות לסעיפים הבאים בלתי תלויות:

א. מה ידוע לך על הפתרון כאשר  $R_i = 0, i$  לכל  $i$ ?

ב. להוכיח שהמדיניות הבאה אופטימלית: בכל רגע נתון יטופל הג'וב (מאלה שכבר נמצאים) שהזמן הנותר לטיפול בו מינימלי. (רמז – מספיק להסתכל על זוג ג'ובים שמפר את הכלל)

ג. נניח שאסור להפסיק טיפול שהחל, כלומר יש לבצע כל ג'וב ברציפות. להראות על ידי דוגמה שהמדיניות המוצעת (ברגע שהמכונה מתפנה בוחרים את הג'וב הקצר ביותר מתוך הג'ובים הנמצאים ומבצעים אותו) אינה אופטימלית במקרה זה.

2. במודל EOQ, בנוסף לעלויות הרגילות, קיימת עלות לשכירת מחסן. גודל המחסן נקבע ע"י רמת המלאי המקסימלית. העלות היא  $R$  ליחידה (למשל, נניח שיחידת מלאי תופסת מטר אחד ויש לשלם  $R$  ליום למטר של שטח המחסן).

א. לחשב את כמות ההזמנה האופטימלית.

ב. נניח ששני מוצרים משתמשים במחסן. הנתונים הם:  $i = 1, 2$   $\lambda_i, h_i, k_i$  וכן  $R$  – עלות שכירת המחסן שנקבעת ע"י רמת המלאי הכוללת המקסימלית של שני המוצרים. קיים אילוץ  $T_1 = T_2$  לאורך מחזור זהה לשני המוצרים (אבל לא חייבים להזמין אותם יחד). לתאר באופן גרפי את התנהגות המלאי הכולל של שני המוצרים. לשים לב שיש עכשיו שני משתני החלטה (מהם?). להציע תובנות לפתרון הבעיה (אין צורך לפתור בפועל אלא רק להציע דרך לפתרון).

3. במערכת שרות עובדים שני שרתים. לקוחות מגיעים למערכת לפי תהליך פואסוני עם קצב  $\lambda$  ליחידת זמן. זמני השרות אקספוננציאליים עם פרמטרים  $\mu_1 > \mu_2$ . השרת האיטי מתחיל שרות כאשר הוא פנוי רק אם סך מספר הלקוחות במערכת היא לפחות  $M$ . ברגע שהחל שרות הוא נמשך עד סיומו.

- מהם מצבי המערכת? לתאר דיאגרמת חיצים המבטאת את המעברים בין המצבים.
- לרשום נוסחא לחישוב ההסתברות שלקוח המגיע למערכת ישורת ע"י השרת האיטי בהנחה שידועות ההסתברויות למצבים השונים. (רמז – כמה לקוחות משרת השרת האיטי בממוצע ליחידת זמן?)

4. לרשות הציבור שני מגרשי חניה במרכז העיר. במגרש  $i$  יש  $M_i$  מקומות חניה ועוד  $K_i$  מקומות המתנה. מכוניות מגיעות למגרש  $i$  לפי התפלגות פואסונית עם פרמטר  $\lambda_i$ .  
- אם יש מקום – המכונית חונה  
- אם אין מקום חניה אבל יש מקום המתנה, המכונית ממתינה עד שמתפנה בשבילה מקום חניה.

לרשות הנהלת החניון מידע על המצב בחניון השני:  
- אם יש מקומות חניה פנויים בחניון השני והחניון הנוכחי מלא כולל מקומות ההמתנה, המכונית נשלחת לחניון השני (הודעה נשלחת לשם ומקום חניה נשמר עד להגעת המכונית).  
- אם אין בחניון השני מקומות חניה פנויים והחניון הנוכחי מלא, כולל מקומות ההמתנה, המכונית נשלחת לחניון מחוץ לעיר שקיבולו אינסופי.

משך החניה  $\exp(\mu) \sim$  (לא כולל המתנה).

עלות המתנה  $C_1$  ליחידת זמן.

עלות נסיעה בין החניונים המרכזיים -  $C_2$ . משך הנסיעה  $G \sim$ .

עלות נסיעה + חניה (לא תלוי במשך החניה) בחניון הרחוק -  $C_3$ .

יש לבנות תוכנית סימולציה לחישוב העלות ממוצעת למכונית.

1. להגדיר מאורעות

2. להגדיר משתני מצב

3. להגדיר משתנים לניתוח סטטיסטי

4. לתאר פרוצדורה לכל סוג מאורע כולל סיום סימולציה.