

חשבונאות ניהולית ב

הרצאות ותרגילים, תשע"ד

ד"ר יוסף צור, רו"ח

כל הזכויות שמורות למחבר, אין להעתיק בכל דרך שהיא ללא רשות בכתב ©

תוכן

3	פרק 1: ניתוח נקודת איזון.....
32	תרגילים.....
60	פרק 2: תכנון ליניארי.....
66	תרגילים.....
79	פרק 3: מלאי אופטימלי.....
97	תרגילים.....
112	פרק 4: ניהול פרויקטים.....
132	תרגילים.....
147	פרק 5: קבלת החלטה בתנאי אי וודאות.....
154	תרגילים.....
171	פרק 6: עקומת למידה.....
176	תרגילים.....
185	דף נוסחאות.....

פרק 1: ניתוח נקודת איזון

נושאי השיעור

- נקודת איזון: מוצר אחד – שינוי בכמות וברוח
- השפעת המס על הרווח התפעולי
- מנוף תפעולי
- שינוי במחירים (P, V)
- השפעת שינויים במחירים – הרחבה
- נקודת איזון עם 2 מוצרים או יותר
- נקודת איזון כפונקציה של מחזור ההכנסות
- מגזרי פעילות
- מקסום רווח תחת מגבלות
- נקודת איזון רב תקופתית
- עלויות רלבנטיות בקבלת החלטות ומדדי ביצוע
- תמחיר ספיגה לעומת תמחיר תרומה

א. נקודת איזון: מוצר אחד- שינוי בכמות וברוח

נשתמש בסימונים הבאים:

π	רווח תפעולי לפני מס
P	מחיר מכירה של יחידה אחת של המוצר
V	עלות משתנה של יחידה אחת של המוצר
Q	כמות (ביחידות) של המוצר
F	הוצאות קבועות.

הרווח התפעולי מקיים את הקשר הבא: $\pi = (P - V)Q - F$.

התרומה לרווח ממכירת יחידה אחת של המוצר. $(P - V)$

התרומה ממכירת Q יחידות של המוצר ("תרומה כוללת") $(P - V)Q$

הרווח התפעולי = תרומה כוללת בניכוי ההוצאות הקבועות.
נקודת איזון = הכמות (או סך המכירות בשקלים) בה הרווח התפעולי הוא 0.

מרווח הביטחון

נסמן את הכמות הנמכרת ב- Q ואת הכמות בנקודת איזון Q^* ונניח כי $Q^* < Q$.

$$\text{מרווח הביטחון} = \frac{Q - Q^*}{Q}$$

לדוגמא, אם הכמות הנמכרת היא 5,000 יחידות ומספר היחידות בנקודת האיזון הוא 4,000, נקבל כי מרווח הביטחון הוא 20%. במילים אחרות, גם אם המכירות יקטנו ב- 20%, לא יהיה הפסד. מרווח הביטחון מודד בכמה אחוזים יכולות המכירות לרדת בלי שיהיה הפסד תפעולי.

דוגמא 1

מחיר המכירה של יחידה אחת הוא 45 ₪.
עלות משתנה ליחידה היא 25 ₪.

- הוצאות הקבועות לחודש הן 15,000 ₪.
1. מהי נקודת האיזון?
 2. כמה יחידות יש למכור כדי שהרווח התפעולי יהיה 40,000 ₪?
 3. מספר היחידות שנמכר בפועל הוא 1000 יחידות לחודש. מהו מרווח הביטחון?

תשובה

- התרומה ליחידה היא 20 ₪. לכן יש למכור 750 (15,000/20) יחידות כדי להיות בנקודת איזון.
1. סך המכירות בנקודת האיזון הוא 33,750 (45*750) ₪.
 2. הרווח התפעולי הוא 40,000 וההוצאות הקבועות הן 15,000. לכן, התרומה הכוללת צריכה להיות 55,000 ₪. התרומה ליחידה היא 20 ₪. לכן, יש למכור 2,750 יחידות (55,000/20 =).
 3. מרווח הביטחון הוא 25% (1000-750)/1000.

ב. השפעת המס על הרווח התפעולי

הרווח התפעולי הוא לפני השפעת מס. נסמן את הרווח התפעולי לאחר מס π_{net} . ונסמן את שיעור המס t .

הרווח התפעולי לאחר מס מקיים את הקשר הבא: $\pi_{net} = (1-t)\pi$.

$$\frac{\pi_{net}}{1-t} = \pi \quad \text{לכן, נקבל כי}$$

$$\frac{\pi_{net}}{1-t} = (P-V)Q - F \quad \text{ומכאן נקבל כי}$$

דוגמא 2

מחיר המכירה של יחידה אחת הוא 50 ₪. עלות משתנה ליחידה היא 35 ₪. הוצאות הקבועות לחודש הן 30,000 ₪. שיעור המס הוא 30%.

כמה יחידות יש למכור כדי שהרווח התפעולי נטו יהיה 10,500 ₪?

תשובה

$$\frac{\pi_{net}}{1-t} = \frac{10,500}{70\%} = 15,000 \quad \text{כדי שהרווח התפעולי נטו יהיה 10,500 ₪, הרווח התפעולי צריך להיות 15,000}$$

הרווח התפעולי הוא 15,000 וההוצאות הקבועות הן 30,000. לכן, התרומה הכוללת צריכה להיות 45,000 ₪. התרומה ליחידה היא 15 ₪. לכן, יש למכור 3,000 יחידות (45,000/15 =).

ג. מנוף תפעולי

המנוף מוגדר כאחוז השינוי ברווח התפעולי שנוצר בגין שינוי של 1% במכירות $\frac{\Delta\pi\%}{\Delta Q\%}$.

לדוגמא, אם המנוף הוא 4 זה אומר שאם המכירות יגדלו ב-1% אז הרווח התפעולי יעלה ב-4%.

$$\frac{\Delta\pi\%}{\Delta Q\%} = \frac{\pi + F}{\pi} = 1 + \frac{F}{\pi} \quad \text{המנוף} = \frac{\text{תרומה כוללת}}{\text{רווח תפעולי}}, \text{ במונחים מתמטיים,}$$

$$\frac{\Delta\pi\%}{\Delta Q\%} = \frac{(\hat{\pi} - \pi) / \pi}{(\hat{Q} - Q) / Q} = \frac{(P - V)(\hat{Q} - Q)}{(\hat{Q} - Q)} \cdot \frac{Q}{\pi} = \frac{(P - V)Q}{\pi} = \frac{\pi + F}{\pi} \quad \text{הוכחה:}$$

דוגמא 3

התרומה הכוללת היא 10,000 ₪, והרווח התפעולי הוא 2,000 ₪. בכמה אחוזים יש להגדיל את המכירות כדי שהרווח התפעולי יגדל ב-10%?

תשובה

המנוף הוא $10,000/2,000=5$.
 לכן, מספיק להגדיל את המכירות ב-2% ($10\%/5 = 2\%$).

דוגמא 4

בחברת חלם בע"מ סך ההוצאות הקבועות בשנת 2002 הנו פי 4 מהרווח התפעולי לפני מסים. בישיבת הדירקטוריון שנקבעה לצורך דיון בדוחות הכספיים של שנת 2002 הובעה הערכה כללית כי המכירות בשנה הבאה יגדלו ב-10%.

ד"ר בוכהלטר טען בישיבת הדירקטוריון כי אם החברה תחסוך 30% מהוצאות הקבועות אז הרווח התפעולי יגדל בשנה הבאה ב-170%.

האם ד"ר בוכהלטר צודק?

תשובה

אם ההוצאות הקבועות הן פי 4 מהרווח הרי שהמנוף התפעולי הוא 5.

$$\frac{\pi + F}{\pi} = 1 + \frac{F}{\pi} = 1 + 4 = 5$$

לכן, אם מחזור המכירות יגדל ב-10%, וההוצאות הקבועות יישארו ללא שינוי אז הרווח יגדל ב-50%.

בנוסף, כיוון שההוצאות הקבועות הן 400% מהרווח (פי 4), הרי שחיסכון ב-30% מההוצאות הקבועות הוא תוספת של 120% לרווח ($30\% * 400\% = 120\%$). לכן, הגידול ברווח יהיה 170%.

דוגמא מספרית למצב בו ההוצאות הקבועות הינן פי 4 מהרווח התפעולי

1000	מכירות
<u>800</u>	הוצאות משתנות
200	<u>תרומה כוללת</u>
<u>160</u>	הוצאות קבועות
<u>40</u>	<u>רווח תפעולי</u>

אם המכירות יגדלו ב-10% ונחסוך 30% מההוצאות הקבועות אז נקבל

1100	מכירות
<u>880</u>	הוצאות משתנות (80%)
220	<u>תרומה כוללת</u>
<u>112</u>	הוצאות קבועות ($160 * 70\%$)
<u>108</u>	<u>רווח תפעולי</u>

הרווח התפעולי יגדל ב- $108-40=68$. זהו גידול של $170\% = 68/40$.

ד. שינוי במחירים (P, V)

הרווח התפעולי מקיים את הקשר הבא $\pi = (P - V)Q - F$.

מהי ההשפעה של שינוי במחיר המכירה, או שינוי בעלות המשתנה ליחידה, על הרווח התפעולי? גידול במחיר המכירה ב- 10% , ללא שינוי בכמות הנמכרת, מגדיל את התרומה הכוללת בהרבה יותר מ- 10% כיוון שהעלות המשתנה לא גדלה. לדוגמא, אם מחיר המכירה של מוצר הוא 40 ₪, והעלות המשתנה ליחידה היא 30 ש"ח. גידול של 10% במחיר המכירה גורם לגידול של 40% בתרומה של יחידה אחת.

שינוי במחיר המכירה גורם בדרך כלל לשינוי בכמות הנמכרת. לדוגמא, אם מחיר המכירה יעלה ב- 10% והכמות הנמכרת תרד ב- 12% , מהי ההשפעה על הרווח התפעולי?

הרווח התפעולי החדש יהיה $\hat{\pi} = (1.1P - V)0.88Q - F$. לכן, השינוי ברווח הוא

$$\begin{aligned}\hat{\pi} - \pi &= (1.1P - V)0.88Q - F - ((P - V)Q - F) \\ &= (-3.2\%P + 12\%V)Q\end{aligned}$$

קיימות 2 השפעות מנוגדות על הרווח התפעולי:

- א. מחזור המכירות יקטן ב- 3.2% <= קיטון ברווח התפעולי;
- ב. סך העלויות המשתנות יקטן ב- 12% <= גידול ברווח התפעולי.

ניתן לומר כי הרווח התפעולי יגדל אם $12\%V > 3.2\%P \Leftrightarrow \frac{V}{P} > \frac{3.2}{12} = 26.67\%$

היחס $\frac{V}{P}$ נקרא שיעור העלות המשתנה.

לדוגמא, אם מחיר מכירה של יחידה אחת הוא 50 ₪, והעלות המשתנה ליחידה היא 28 אז שיעור העלות המשתנה הוא $28/50 = 56\% > 26.67\%$. לכן, אם מחיר המכירה יעלה ב- 10% והכמות הנמכרת תקטן ב- 12% , הרווח התפעולי יעלה.

דוגמא 5

חברת "אורנים" בע"מ מייצרת שולחנות כתיבה מעץ אורן.

ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון ה	120,000 ₪
ההוצאה המשתנה ליחידה היא	400 ₪
מחיר המכירה ליחידה	600 ₪

ברבעון הראשון של שנת 2007 החברה מכרה 1,200 יחידות

ד"ר בוכהלטר, חשב החברה, טוען שאם מחיר המכירה ליחידה יעלה ב- 12% והכמות הנמכרת תרד ב- 25% אז הרווח התפעולי יגדל. האם הוא צודק? מה יהיה השינוי ברווח התפעולי?

תשובה

הדוקטור צודק. הרווח התפעולי אכן יגדל.
הרווח התפעולי לפני השינוי הוא $120,000 = 1,200 - 120,000 - (600 - 400) * 1,200$
הרווח התפעולי לאחר השינוי הוא $124,800 = 1,200 - 120,000 - (600 * 1.12 - 400) * 75% * 1,200$
לכן, הגידול ברווח התפעולי הוא 4,800 ₪.

ה. השפעת שינויים במחירים – הרחבה

קיימים מקרים בהם העלות המשתנה ליחידה מורכבת מ-2 חלקים:

עלות יצור יחידה בשקלים c
עמלת מכירות בשיעור δ ממחיר המכירה δP

במקרה זה נקבל כי הרווח התפעולי הוא

$$\pi = (P - V)Q - F = (P - \delta P - c)Q - F = ((1 - \delta)P - c)Q - F$$

מכאן נקבל כי,

$$\pi = \left(1 - \delta - \frac{c}{P}\right)PQ - F = \left(1 - \delta - \frac{c}{P}\right)S - F$$

דוגמא 6

מחיר המכירה של מוצר הוא 45 ₪. עלות היצור המשתנה ליחידה היא 15 ₪. עמלת מכירות לסוכנים היא 7% מהמכירות. החברה מוכרת 100 יחידות. מהי התרומה הכוללת?

$$\text{התרומה הכוללת היא } 2,685 = 100 * (45 - 15) * 93\%$$

דוגמא 7

שיעור התרומה הוא 32%. העלות המשתנה כוללת עמלת מכירות בשיעור 8%. אם מחיר המכירה ירד ב-10% ושיעור עמלת המכירות יעלה מ-8% ל-11%, בכמה אחוזים יש להגדיל את הכמות הנמכרת כדי לשמור על התרומה הכוללת?

תשובה בדרך מתמטית א:

לפני השינוי, התרומה הכוללת היא $32\% PQ_1$. שיעור התרומה הוא 32%.
לכן נקבל כי

$$\delta = 8\%$$

$$1 - \delta - \frac{c}{P} = 32\% \rightarrow \frac{c}{P} = 60\% \rightarrow c = 60\%P$$

לאחר השינוי, התרומה הכוללת היא

$$(90\%P - 11\% * 90\%P - 60\%P)Q_2 = 20.1\%PQ_2$$

כדי שהתרומה הכוללת לא תשתנה, צריך להתקיים $32\%PQ_1 = 20.1\%PQ_2$

$$\text{לכן, } \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{32\%}{20.1\%} = 1.592$$

במילים אחרות, הכמות הנמכרת צריכה לגדול ב-59.2%

תשובה בדרך מתימטית ב:

לפני השינוי, התרומה הכוללת היא $32\% PQ_1$. שיעור התרומה הוא 32%.

לכן נקבל כי

$$\delta = 8\%$$

$$1 - \delta - \frac{c}{P} = 32\% \rightarrow \frac{c}{P} = 60\% \rightarrow c = 60\%P$$

שיעור התרומה החדש הוא

$$\delta_2 = 11\%$$

$$P_2 = 90\%P$$

$$1 - \delta_2 - \frac{c}{P_2} = 1 - 11\% - \frac{60\%P}{90\%P} = 1 - 11\% - 66.66\% = 22.33\%$$

לכן, כדי לשמור על אותה תרומה צריך להתקיים

$$32\%P_1Q_1 = 22.33\%P_2Q_2 = 22.33\% * 90\%P_1Q_2$$

→

$$Q_2 = \frac{32\%Q_1}{90\% * 22.33\%} = 1.592Q_1$$

לכן, הכמות הנמכרת צריכה לגדול ב- 59.2%

פתרון בדרך של דוגמא מספרית

נניח כי לפני השינוי החברה מוכרת 100 יחידות, כל יחידה במחיר מכירה של 100 ₪.

100		מחיר מכירה ליחידה
	60	עלות יצור משתנה ליחידה
	<u>8</u>	עמלת מכירות (8%)
<u>68</u>		סך עלות משתנה ליחידה
<u>32</u>		תרומה ליחידה

כיוון שנמכרות 100 יחידות הרי שהתרומה הכוללת היא $3200 = 100 * 32$ ₪.

לאחר השינוי נקבל:

90		מחיר מכירה ליחידה
	60	עלות יצור משתנה ליחידה
	<u>9.9</u>	עמלת מכירות (11%)
<u>69.9</u>		סך עלות משתנה ליחידה
<u>20.1</u>		תרומה ליחידה

לכן, מספר היחידות הנמכרות צריך להיות $159.2 = 3200 / 20.1$ במילים אחרות, מספר היחידות צריך לגדול ב- 59.2%

דוגמא *7

להלן הרכב הרווח התפעולי של חברה לשנת 2007:

100,000	מכירות
(45,000)	עלויות יצור משתנות
(8,000)	עמלת מכירות
<u>(30,000)</u>	עלויות קבועות
<u>17,000</u>	רווח תפעולי

- א. אם כמות המוצרים תגדל ב- 10%, ומחיר המכירה יקטן ב- 5%, מה יהיה הרווח התפעולי?
ב. אם עמלת השיווק תעלה מ- 8% ל- 11%, וכמות המוצרים תעלה ב- 15%, מה יהיה הרווח התפעולי?

תשובה *7

104,500	א. מכירות $= 1.1 * 0.95 * 100,000$
(49,500)	עלות יצור משתנה $= 1.1 * 45,000$
(8,360)	עמלת שיווק $= 1.1 * 0.95 * 8,000$
<u>(30,000)</u>	עלויות קבועות
<u>16,640</u>	רווח תפעולי צפוי

115,000	ב. מכירות $= 1.15 * 100,000$
(51,750)	עלות יצור משתנה $= 1.15 * 45,000$
(12,650)	עמלת שיווק $= 11% * 115,000$
<u>(30,000)</u>	עלויות קבועות
<u>20,600</u>	רווח תפעולי צפוי

1. נקודת איזון עם 2 מוצרים או יותר

קווים שווי-רווח

כאשר יש יותר ממוצר אחד, נקודת האיזון מוגדרת כאוסף הנקודות עבורן הרווח התפעולי הוא 0. במונח "נקודה" אני מתכוון לצירוף מסוים של כמויות המוצרים השונים.

נניח לדוגמא 2 מוצרים X ו-Y. התרומה ליחידה ל X היא 10 ש"ח. התרומה ליחידה של Y היא 20 ש"ח. סך ההוצאות הקבועות הוא 50,000 ש"ח. נקודת האיזון היא אוסף הנקודות עבורן הרווח התפעולי הוא 0.

$$0 = 10X + 20Y - 50,000$$

$$Y = -\frac{10}{20}X + 2,500$$

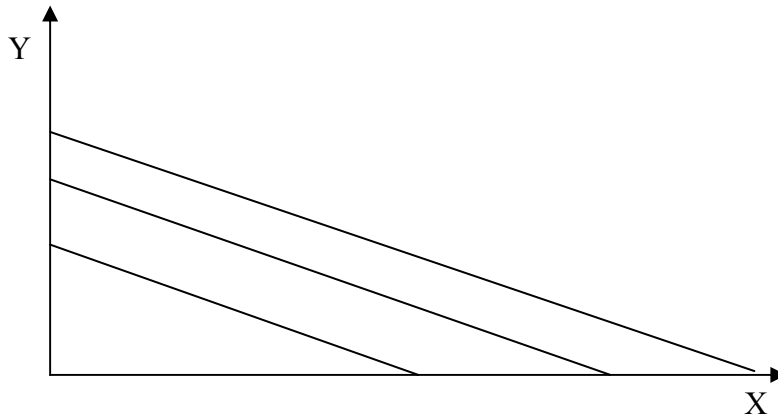
במילים אחרות, במקום נקודת איזון אחת קיבלנו קו ישר. כל נקודת על הקו הישר היא צירוף מסוים של X, Y שעבורו הרווח התפעולי הוא 0.

מהו אוסף הנקודות עבורן הרווח התפעולי הוא 10,000 ₪?

$$10,000 = 10X + 20Y - 50,000$$

$$Y = -\frac{10}{20}X + 3,000$$

לכל רווח נקבל קו גבוה יותר.



מכירה בפרופורציות קבועות

אם יש יחס קבוע בין כמויות המוצרים שנמכרים, לדוגמא, על כל 3 מוצרי X החברה מוכרת 2 מוצרי Y, אז ניתן לדבר על נקודה מסוימת (צירוף ספציפי של Y, X) שנותן רווח מסוים.

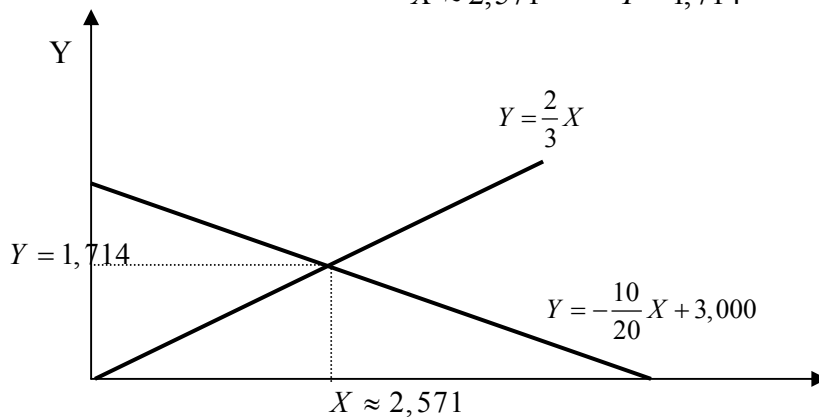
מהי הנקודה (הצירוף) בה מתקבל רווח תפעולי בסך 10,000 ₪?

הפתרון מתקבל בנקודת החיתוך של 2 המשוואות.

$$Y = -\frac{10}{20}X + 3,000$$

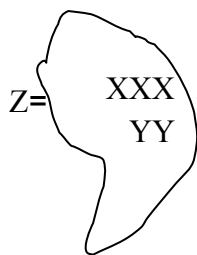
$$Y = \frac{2}{3}X$$

$$X \approx 2,571 \quad Y = 1,714$$



מודל "שקיות הניילון" לפתרון הבעיה.

נגדיר מוצר Z - שקית ניילון שמכילה 3 יחידות של X ו-2 יחידות של Y. התרומה של יחידה אחת של Z היא $3 \cdot 10 + 2 \cdot 20 = 70$.



$$10,000 = 70Z - 50,000$$

$$Z = 60,000 / 70 \approx 857$$

$$\Rightarrow X = 3Z \approx 2,571$$

$$Y = 2Z = 1,714$$

דוגמא 8

חברת שמרית בע"מ מייצרת 2 מוצרים: מוצר X ומוצר Y.

להלן נתונים על מחירי המכירה והעלויות:

מוצר Y	מוצר X	
28.00	30.00	מחיר מכירה ליחידה
15.00	20.00	עלות משתנה ליחידה

סך ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הוא 80,000

על כל 2 יחידות של מוצר X החברה מוכרת 3 יחידות של מוצר Y

1. מה מספר יחידות X, Y בנקודת איזון?
2. מה היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון?
3. מה צריך להיות מחזור המכירות כדי שהרווח התפעולי יהיה 240,000?

תשובה:

נגדיר מוצר חדש $Z =$ שקית וירטואלית לתוכה אנו מכניסים 2 יחידות של X ו-3 יחידות של Y.

מוצר Z	מוצר Y	מוצר X	
144	28	30	מחיר מכירה ליחידה
85	15	20	עלות משתנה ליחידה
59	13	10	תרומה ליחידה

$$\text{נקבל כי הרווח התפעולי הוא } \pi = 50Z - 80,000 \text{ . לכן, } Z = \frac{80,000}{59} = 1,356$$

$$X = 2Z = 2 * 1,356 = 2,712$$

$$Y = 3Z = 3 * 1,356 = 4,068 \text{ מכאן נקבל כי}$$

בנקודת האיזון, היקף המכירות בשקלים הוא $144 * 1,356 = 195,264$ ₪.

כדי להשיג רווח תפעולי בסך 40,000 ₪, התרומה הכוללת צריכה להיות 120,000 ומספר יחידות Z צריך להיות $2,034 = 120,000 / 59$ יחידות.
לכן, מחזור המכירות צריך להיות $144 * 2,034 = 292,896$ ₪.

ז. נקודת איזון כפונקציה של מחזור ההכנסות

- שיעור התרומה ניתן לחישוב ע"י $1 - \frac{V}{P}$. לדוגמא, אם מחיר המכירה הוא 40 ש"ח והעלות המשתנה ליחידה היא 30 ש"ח, נקבל כי שיעור התרומה הוא 25%.

- ניתן לרשום את פונקציית הרווח $\pi = (P - V)Q - F = (P - V)\frac{S}{P} - F = (1 - \frac{V}{P})S - F$

- באופן כללי ניתן לרשום את פונקציית הרווח $\pi = \eta S - F$, כאשר η הוא שיעור התרומה.

- ניתן לחשב את שיעור התרומה עבור יחידה אחת או עבור Q יחידות. $\frac{V}{P} = \frac{VQ}{PQ}$. במילים אחרות, התרומה הכוללת מחולקת בסך המכירות. נקבל בדרך זו את התרומה הממוצעת המשוקללת.

דוגמא 9

8,000		מכירות
<u>5,000</u>	(1)	עלות מכירות
3,000		רווח גולמי
<u>1,200</u>	(2)	הוצ' הנהלה מכירה וכלליות
<u>1,800</u>		רווח תפעולי

- (1) עלות המכירות מורכבת מהוצאות משתנות 2,000 והוצאות קבועות 3,000
 (2) הוצ' הנהלה מכירה וכלליות כוללות הוצאות משתנות בסך 480 ש"ח והוצ' קבועות בסך 720 ש"ח.

להלן הצגת דו"ח רווח והפסד לפי גישת התרומה

	100%	8,000	מכירות
	31%	<u>2,480</u>	סך הוצאות משתנות
5520/8000 =	<u>69%</u>	<u>5,520</u>	תרומה כוללת
		<u>3,720</u>	הוצ' קבועות
		<u>1,800</u>	רווח תפעולי

ניתן לראות כי אפשר לרשום את פונקציית הרווח התפעולי של החברה כך $\pi = 69\%S - 3,720$ לכן, קל לענות על השאלות הבאות:

- מהי נקודת האיזון? (באיזה רמת מכירות הרווח התפעולי יהיה 0?)
תשובה: $3,720/0.69 = 5,391$
- המרחק היחסי מנקודת האיזון מספק ביטחון לחברה. בכמה אחוזים המכירות יכולות לרדת, ועדיין לא יהיה הפסד?
תשובה: $32.61\% = (8,000 - 5,391)/8,000 * 100$
- יש המתייחסים לכך כ"מקדם ביטחון" של 32.61%.
 מה יהיה הרווח התפעולי אם המכירות יגדלו ב- 1,000?
תשובה: הרווח יגדל ב- $690 = 69\% * 1,000$
- אם מחזור המכירות יגדל ב- 10% בכמה אחוזים יגדל הרווח?
תשובה: אם מחזור המכירות יגדל ב- 800 הרווח התפעולי יגדל ב- $552 = 800 * 69\%$. לכן, שיעור הגידול ברווח הוא $30.67\% = 552/1,800 * 100$.
 היחס בין הגידול (באחוזים) ברווח התפעולי לעומת הגידול באחוזים במכירות הוא "המנוף".
 לכל גידול של 1% במכירות, הרווח התפעולי גדל ב- 3.067%.
 ניתן להראות כי $\text{מנוף} = \frac{\text{תרומה כוללת}}{\text{רווח תפעולי}}$
 לכן, המנוף הוא $3.067 = 5,520/1800$

5. אם הנהלה תעלה את אחוז העמלה שמשולם לאנשי המכירות ב- 2% מתוך מחזור המכירות, ותחתוך 1,000 ש"ח בהוצאות הקבועות, מה צריך להיות מחזור ההכנסות כדי שהרווח התפעולי יהיה 2,000? תשובה: פונקציית הרווח החדשה היא $\pi = 67\%S - 2,720$. לכן, מחזור ההכנסות צריך להיות $7,045 = 4,720/67\%$.

6. האם כדאי לחברה לבצע את השינויים מדוגמא קודמת? תשובה: לא ברור כי המכירות לא יושפעו מהמעבר. סביר להניח כי הגדלת שיעור העמלה שמשולמת לאנשי המכירות ייתן להם תמריץ למכור יותר. באופן כללי יש לשקול האם

$$67\%S_2 - 2,720 > 69\%S_1 - 3,720$$

\Leftrightarrow

$$1,000 > 69\%S_1 - 67\%S_2$$

אם נניח כי היקף המכירות רק יכול לגדול ($S_2 = S_1 + \Delta$), נקבל כי כדאי לעבור לפונקציית הרווח החדשה אם $1,000 + 67\%\Delta > 2\%S_1$. אגף שמאל מייצג את התועלת מהשינוי (חיסכון 1000 בהוצאות קבועות, גידול בתרומה ב- 67% מהגידול במחזור).

אגף ימין מייצג את העלות (ויתור על תרומה של 2% מהמחזור הקיים). בהנחה כי $\Delta = 0$ נקבל כי אם רמת המכירות הקיימת נמוכה מ- 50,000 אז כדאי לעבור.

7. בהמשך לדוגמא קודמת, אם מחזור ההכנסות יגדל ב- 10% כתוצאה מהשינוי. האם כדאי לבצע את השינוי? תשובה: אם מחזור ההכנסות יגדל ב- 10% זה אומר ש- $S_2 = 1.1S_1$. לכן, נקבל כי כדאי לבצע את השינוי בכל רמה של מחזור מכירות. הסיבה לכך היא שהתרומה (ביחס למחזור הקודם) גדילה וגם ההוצאות הקבועות קטנות.

$$67\%S_2 - 2,720 > 69\%S_1 - 3,720$$

\Leftrightarrow

$$67\% \cdot 1.1 \cdot S_1 - 2,720 > 69\%S_1 - 3,720$$

\Leftrightarrow

$$73.7\%S_1 - 2,720 > 69\%S_1 - 3,720$$

\Leftrightarrow

$$4.7\%S_1 > -1000$$

ח. מגזרי פעילות

עסקים רבים פועלים במספר תחומי או מגזרי פעילות. לכל מגזר יש שיעור תרומה שונה. במידה וקיימת יציבות בהתפלגות ההכנסות בין המגזרים השונים, ניתן לדבר על שיעור התרומה הממוצע המשוקלל.

דוגמא 10

חברת פתאל בע"מ מפעילה את בית המלון מרידיאן בים המלח. הכנסות המלון הם מ-4 מגזרי פעילות:

<u>% תרומה</u>	<u>% הכנסות</u>	
70%	46%	1 לינה + ארוחת בוקר
35%	34%	2 ארוחות נוספות
84%	8%	3 בר משקאות
20%	12%	4 SPA
	<u>100%</u>	

סך ההוצאות הקבועות של המלון לחודש הוא 600,000 שקל.
מספר החדרים במלון הוא 250 חדרים.
מחיר ממוצע לחדר לליילה הוא 500 שקל.
הנח כי בחודש יש 30 לילות.

1. מה היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון?
2. מהו שיעור התפוסה בנקודת האיזון?
3. מה צריך להיות שיעור התפוסה הממוצע כדי שהרווח התפעולי יהיה 650,000 שקל?
4. מלך הבריס של תל-אביב הציע להנהלת המלון לשכור את בר המשקאות תמורת תשלום שכירות למלון בסך 250,000 ₪ לחודש. כרגע, הכנסות המלון הם 3,500,000 ₪ לחודש. יש להניח כי מחזור ההכנסות (כולל הכנסות מבר המשקאות) לא ישתנה. אם תתקבל ההצעה, בכמה יגדל הרווח התפעולי?

תשובה

1. שיעור התרומה המשוקלל הוא $70\% * 46\% + 35\% * 34\% + 84\% * 8\% + 20\% * 12\% = 53.22\%$
2. נקודת האיזון היא כאשר מחזור ההכנסות הוא $600,000 / 53.22\% = 1,127,396$ מספר הלינות בנקודת האיזון הוא $1,127,396 / 500 = 2,254.792$ מספר לינות בתפוסה מליאה הוא $2,254.792 * 30 = 67,643.76$ שיעור התפוסה הוא $67,643.76 / 7,500 = 9.02\%$
3. כדי שהרווח התפעולי יהיה 650,000 ₪, מחזור המכירות צריך להיות $2,348,741$ ₪ $(650,000 + 600,000) / 53.22\% =$ מספר הלינות צריך להיות 2,161 לינות $46\% * 2,348,741 / 500 =$ שיעור תפוסה צריך להיות $2,161 / 7,500 = 28.8\%$
4. הפסד תרומה $3,500,000 * 8\% * 84\% = (235,200)$ שכ"ד חודשי 250,000 גידול ברווח התפעולי 14,800

ט. מקסום רווח תחת מגבלות

- **מודל הקבצן** - הקצאת מקור כלכלי במחסור. לקבצן יש מקור כלכלי מוגבל שהוא זמן עבודתו. היכן כדאי לו לעמוד ולקבץ נדבות בשעה הקרובה?
התשובה: במקום בו הוא יקבל את התרומה המקסימלית לשעה הקרובה.
- חישוב התרומה ליחידת מקור כלכלי שנמצא במחסור (מדפים בסופרמרקט, עובדים, שעות מכונה).
- מקסום רווח עם שני מוצרים ומגבלות (שעות מכונה, ביקוש למוצרים).

דוגמא 11

חברת מיכל הינה יצרנית של שני מוצרים.

מוצר X

מחיר המכירה לצרכן של מוצר זה הוא 60 ₪ ליחידה אחת. העלות המשתנה ליחידה היא 25 ₪. כדי ליצור יחידה אחת של מוצר X, יש להשתמש ב-15 דקות "זמן מכונה". בהתאם לנתח השוק של החברה, מספר היחידות המקסימלי שהחברה יכולה למכור בחודש הוא 2,500 יחידות.

מוצר Y

מחיר המכירה לצרכן של מוצר זה הוא 50 ₪ ליחידה אחת. העלות המשתנה ליחידה היא 20 ₪. כדי ליצור יחידה אחת של מוצר Y, יש להשתמש ב-10 דקות "זמן מכונה". בהתאם לנתח השוק של החברה, מספר היחידות המקסימלי שהחברה יכולה למכור בחודש הוא 3,000 יחידות.

הוצאות קבועות

לחברת מיכל יש הוצאות קבועות בסך 120,000 ₪ לחודש.

זמן מכונה

לרשות החברה 36,000 דקות זמן מכונה בחודש.

נדרש:

- כמה יחידות כדאי לחברה לייצר בכל חודש מכל אחד מהמוצרים?
- בהנחה כי החברה מוכרת 2 מוצרים של X על כל מוצר אחד של Y, מהי נקודת האיזון במונחים של מחזור מכירות בשקלים? האם ניתן להגיע לנקודת איזון? מהו מינימום ההפסד של החברה בתנאים הנוכחיים?
- נניח כי העלות הקבועה עלתה מ-120,000 ₪ ל-160,000 ₪. כיצד זה משפיע על כל אחת מתשובותיך לשאלות לעיל (שאלות א' ו-ב)?

תשובה

נדרש א

$$(60-25)/15=2.33$$
$$(50-20)/10=3$$

תרומה לדקה של מוצר X
תרומה לדקה של מוצר Y

מסקנה: כדאי לייצר Y כמה שיותר.
לכן, $3,000=Y$ יחידות.
זמן מכונה ליצור 3,000 יחידות Y הוא $30,000=10*3,000$ דקות.

לכן, נותרו 6,000 דקות ליצור X. מכאן שמספר היחידות של X הוא $400=6,000/15$ יחידות.

$$\text{סיכום: } 400=X \quad 3,000=Y$$

נדרש ב

נגדיר מוצר K הכולל 2 יחידה של X, ו-1 יחידה של Y.
מחיר המכירה של יחידה אחת של K הוא $50+2*60=170$
התרומה של K ליחידה אחת היא $100=35*2+30$ ₪.

נקודת האיזון היא $1,200=120,000/100$ יחידות K.

לכן, בנקודת האיזון החברה מוכרת ב- $170*1,200=204,000$ ₪.

כדי להגיע לנקודת האיזון צריך לייצר ולמכור 2,400 יחידות של מוצר X ו-1,200 יחידות של מוצר Y.
לא ניתן לעשות זאת בגלל מגבלת שעות המכונה.

הפסד מינימלי לחברה יהיה אם תעמוד בשתי המגבלות הבאות:
 $15x + 10y = 36,000$ מגבלת שעות מכונה
 $Y = 0.5x$ מגבלת יחס היחידות

$$\text{נקבל כי } x=1,800 \quad y=900 \quad \text{וההפסד הוא } 35*1,800+30*900-120,000=(30,000)$$

נדרש ג

השפעה על א
אין השפעה על התשובה לשאלה א כיוון שהמטרה היא להביא למקסימום את התרומה הכוללת.

השפעה על ב
נקודת האיזון תהיה ב- $1,600=160,000/100$ יחידות.
לכן, מחזור המכירות הוא $272,000 = 170*1600$
שוב, לא ניתן להגיע לנקודת האיזון כיוון שאין מספיק שעות מכונה.
כדי להיות בנקודת האיזון צריך למכור 1,600 יחידות Y ו-3,200 יחידות X.

הפסד מינימלי לחברה יהיה אם תעמוד בשתי המגבלות הבאות:
 $15x + 10y = 36,000$ מגבלת שעות מכונה
 $Y = 0.5x$ מגבלת יחס היחידות

$$\text{נקבל כי } x=1,800 \quad y=900 \quad \text{וההפסד הוא } 35*1,800+30*900-160,000=(70,000)$$

דוגמא 12

חברת אורנים בע"מ מייצרת 2 מוצרים. מוצר X ומוצר Y. להלן נתונים על המוצרים:

מוצר Y	מוצר X	
27	25	מחיר מכירה ליחידה
14	10	עלות משתנה ליחידה
13	15	תרומה ליחידה
4	6	מספר דקות מכונה ליחידה
6	5	מספר דקות עבודת אדם ליחידה
3.25	2.50	תרומה לדקת מכונה
2.17	3.00	תרומה לדקת אדם

נתונים על מגבלות שוק ומגבלות תשומות יצור:

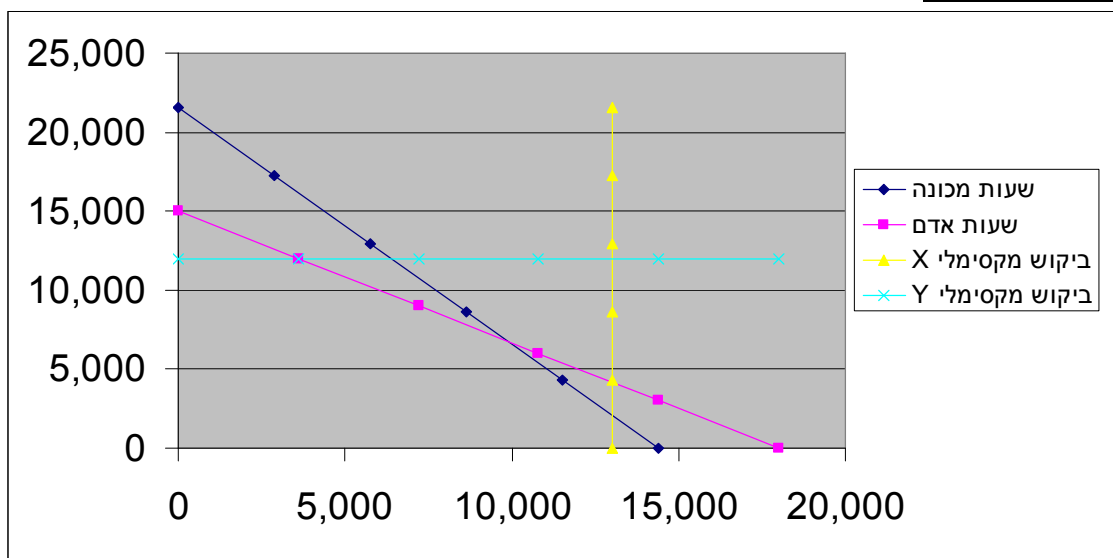
יחידות Y	יחידות X	
12,000	13,000	ביקוש חודשי מקסימלי
	1,440	שעות מכונה לחודש
	1,500	שעות אדם לחודש

נדרש:

- צייר את המגבלות במישור של X, Y
- בנקודת האופטימום (מקסום רווח) מה יהיה מספר יחידות X, Y
- בכמה יגדל הרווח התפעולי אם יתווספו 50 שעות מכונה?
- מהו מחיר הצל של שעת מכונה?

תשובה

1. ציור המגבלות



3. מקסום רווח

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
3.25	2.50	תרומה לדקת מכונה
2.17	3.00	תרומה לדקת אדם

לכן, עבור מגבלת זמן מכונה, עדיף לייצר Y
ועבור מגבלת זמן עבודה, עדיף לייצר X

נקבל כי נקודת האופטימום היא בחיתוך המגבלות

מגבלת זמן מכונה	$6x+4y=86,400$
מגבלת זמן עבודה	$5x+6y=90,000$
	$x=9,900$
	$y=6,750$

$$15x+13y=15*9,900+13*6,750=236,250 \quad \text{התרומה המקסימלית היא}$$

3. תוספת 50 שעות מכונה

236,250	רווח תפעולי לפני תוספת השעות
240,938	רווח תפעולי לאחר השינוי
<u>4,688</u>	גידול ברווח

4. מחיר הצל של זמן מכונה

קיבלנו כי עבור תוספת של 50 שעות מכונה התרומה גדילה בסך 4,688 ₪. לכן, הגידול בתרומה לשעה אחת נוספת של מכונה הוא $4,688/50 = 93.76$ ₪. לכן, המקסימום שנשלם עבור שעת מכונה נוספת הוא 93.76 ₪.
"מחיר הצל" של שעת מכונה הינו התרומה השולית של שעת מכונה נוספת. לכן, מחיר הצל של שעת מכונה הוא 93.76 ₪.

י. נקודת איזון רב תקופתית

כאשר קבלת ההחלטה משפיעה על תזרים המזומנים במשך מספר תקופות יש להשוות בין האלטרנטיבות השונות תוך לקיחה בחשבון של הערך הנוכחי של זרמי המזומנים.
ניח כי חברה שוקלת להשקיע בקו יצור חדש סך C ש"ח.
אורך חיי קו היצור הוא N שנים. פחת נרשם בשיטת קו ישר ללא ערך גרט.
שיעור המס הוא t. מחיר ההון של החברה הוא k.
שיעור התרומה של מכירות קו היצור הוא η . לחברה יהיו גם הוצאות קבועות בגין קו היצור החדש בסך F לתקופה.

מהו הערך הנוכחי הנקי של זרמי המזומנים כפונקציה של מכירות קו היצור?

בהנחה כי המכירות בכל שנה הן קבועות, זרמי המזומנים בשנה j הם התרומה נטו מהמכירות, בניכוי ההוצאה הקבועה התקופתית נטו ובתוספת מגן המס $(\eta S - F)(1 - t) + \frac{C}{N}t$ לכן, הערך הנוכחי הנקי כפונקציה של מחזור המכירות הוא

$$NPV(S) = \sum_{j=1}^N \frac{(\eta S - F)(1 - t) + \frac{C}{N}t}{(1 + k)^j} - C = \frac{(\eta S - F)(1 - t) + \frac{C}{N}t}{k} \left(1 - \frac{1}{(1 + k)^N} \right) - C$$

דוגמא 13

עלות קו היצור 30,000 ש"ח. שיעור המס 30%. הנכס מופחת במשך 4 שנים. בכל שנה יש הוצאות תחזוקה קבועות (משולמות במזומן בסוף כל שנה) בסך 2,000 ש"ח. שיעור התרומה של המכירות הצפויות הוא 0.6. מחיר ההון של החברה הוא 10%. מה צריך להיות מחזור המכירות השנתי כדי שהערך הנוכחי הנקי יהיה 0?

$$\text{זרמי המזומנים בכל שנה הם } (0.6S - 2,000)(1 - 0.3) + \frac{30,000}{4} \cdot 30\% = 0.42S + 850$$

$$NPV(S) = \frac{(0.42S + 850)}{10\%} \left(1 - \frac{1}{1.1^4} \right) - 30,000$$

$$NPV(S) = 1.33134 * S - 27,306$$

לכן, נקודת האיזון היא במכירות בגובה $20,510 = 27,306 / 1.33134$ ש"ח.

מה יהיה הרווח הנקי החשבונאי בכל אחת מהשנים?

12,306	תרומה מהמכירות (20,510*60%)
(9,500)	הוצאות פחת + הוצאות תחזוקה
2,806	רווח לפני מס
842	הוצאות מסים
1,964	רווח נקי
====	

במילים אחרות, הרווח הנקי (בנקודת האיזון הכלכלית) איננו 0.

תזרים המזומנים בכל שנה הוא $1,964 + 7,500 = 9,464$. הערך הנוכחי של זרמי המזומנים הוא $9,464 / 10\% * (1 - 1/1.1^4) = 30,000$. לכן, הערך הנוכחי של זרמי המזומנים שווה להשקעה בנקודת האפס בקו היצור.

כמה יחידות החברה צריכה למכור בכל שנה?

נניח כי מחיר המכירה של יחידה אחת הוא 25 ש"ח. מספר היחידות הוא $20,510 / 25 = 820$

פתרון בדרך אחרת

ניתן להחליף את התשלום בסך 30,000 בנקודת האפס בארבעה תשלומים שווים, בתום כל שנה. מהו התשלום הקבוע השנתי?

$$\frac{a}{10\%} \left(1 - \frac{1}{1.1^4} \right) = 30,000 \rightarrow a = \frac{30,000 * 10\%}{\left(1 - \frac{1}{1.1^4} \right)} = 9,464$$

כיוון שבכל שנה חוזרים אותם זרמי מזומנים, נקודת האיזון תהיה במצב בו **תזרים המזומנים השנתי** הוא 0. במילים אחרות, $(0.6S - 2000)0.7 + 7,500 * 0.3 - 9,464 = 0$. מכאן נקבל כי המכירות הן 20,510 ש"ח.

חכירה תפעולית לעומת רכישה

נניח כי בפני חברה יש 2 חלופות:

- רכישת מכונה במזומן תמורת C והפחתתה בקו ישר לצורך מס במשך n שנים.
- חכירה תפעולית של המכונה תמורת תשלום w בסוף כל שנה. תשלומי החכירה מוכרים לצורך מס.

שיעור המס הוא t .
מחיר ההון העצמי הוא k .

הערך הנוכחי של זרמי התשלומים בחלופה א' הוא התשלום בנקודת ההתחלה בניכוי הערך הנוכחי

$$C - \frac{tC/n}{k} \left(1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right) \quad \text{של הטבת המס בגין הפחת}$$
$$\cdot \frac{w(1-t)}{k} \left(1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right) \quad \text{הערך הנוכחי של זרמי התשלומים בחלופה ב' הוא}$$

לכן, החכירה התפעולית עדיפה אם

$$\frac{w(1-t)}{k} \left(1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right) < C - \frac{tC/n}{k} \left(1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right)$$

או,

$$w(1-t) + tC/n < \frac{kC}{\left(1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right)}$$

הביטוי באגף ימין הוא תשלום שנתי אקוויוולנטי לרכישת מכונה בתשלום אחד. ונקבל כי החכירה התפעולית היא כדאית רק אם תשלום החכירה השנתית נטו (לאחר מס) **בתוספת** הטבת המס השנתית בגין הפחת הוא נמוך יותר מהתשלום השנתי האקוויוולנטי. הטבת המס בגין הפחת, באגף השמאלי, משמעותה **עלות נוספת** למי שבוחר בחכירה תפעולית (כי הוא לא מקבל הטבה זו).

נניח כעת כי תשלום החכירה נקבע ע"י המחכיר לפי שיעור ריבית r . נקבל כי החכירה התפעולית

$$\frac{r(1-t)C}{\left(1 - \frac{1}{(1+r)^n}\right)} + tC/n < \frac{kC}{\left(1 - \frac{1}{(1+k)^n}\right)} \quad \text{היא כדאית אם}$$

$$\frac{r(1-t)}{\left(1 - \frac{1}{(1+r)^n}\right)} + t/n < \frac{k}{\left(1 - \frac{1}{(1+k)^n}\right)} \quad ,או$$

דוגמא 14

מחיר ההון העצמי של חברה הוא 10%. עלות מכונה חדשה היא 100,000 ש"ח. אורך החיים חמש שנים לא ערך גרט. שיעור המס הוא 30%. המחכיר דורש דמי חכירה שנתיים בסך 28,000 ₪ בסוף כל שנה. האם כדאי לחכור או לקנות?

דמי החכירה השנתיים נטו לאחר מס $28,000 * 70\% = 19,600$

לעומת זאת ברכישת המכונה, התשלום השנתי האקוויולנטי הוא

$$26,380 = \frac{100,000 * 10\%}{\left(1 - \frac{1}{1.10^5}\right)}$$

$$\frac{6,000}{20,380}$$

מגן המס של הפחת הוא $30\% * 20,000$ תשלום שנתי נטו

מסקנה: עדיף לחכור.

י"א. עלויות רלבנטיות בקבלת החלטות ומדדי ביצוע

- מודל כללי לקבלת החלטה: מהן האלטרנטיבות? מה התוצאות הצפויות מכל אלטרנטיבה? איזה תוצאות את או אתה מעדיפים?

- עלות קבועה היא עלות שחוזרת על עצמה בכל אחת מחלופות ההחלטה

- עלות שחוזרת על עצמה בכל חלופה אינה רלוונטית לקבלת ההחלטה

לדוגמא: חברה משלמת שכר דירה בסך 2,000 ש"ח לחודש. בטווח הקצר, סכום זה אינו רלבנטי לקבלת החלטה על כמות שתיוצר ממוצר X. ההנחה היא שההחלטה על כמות X היא בתחום בו אין שינוי בשכר הדירה החודשי.

- עלויות קבועות אינן רלבנטיות לקבלת החלטה בטווח הקצר.

- עלות שהושקעה בעבר היא עובדה מוגמרת. לכן, היא מהווה עלות קבועה שחוזרת בכל אלטרנטיבה. **sunk cost עלות שקועה.**

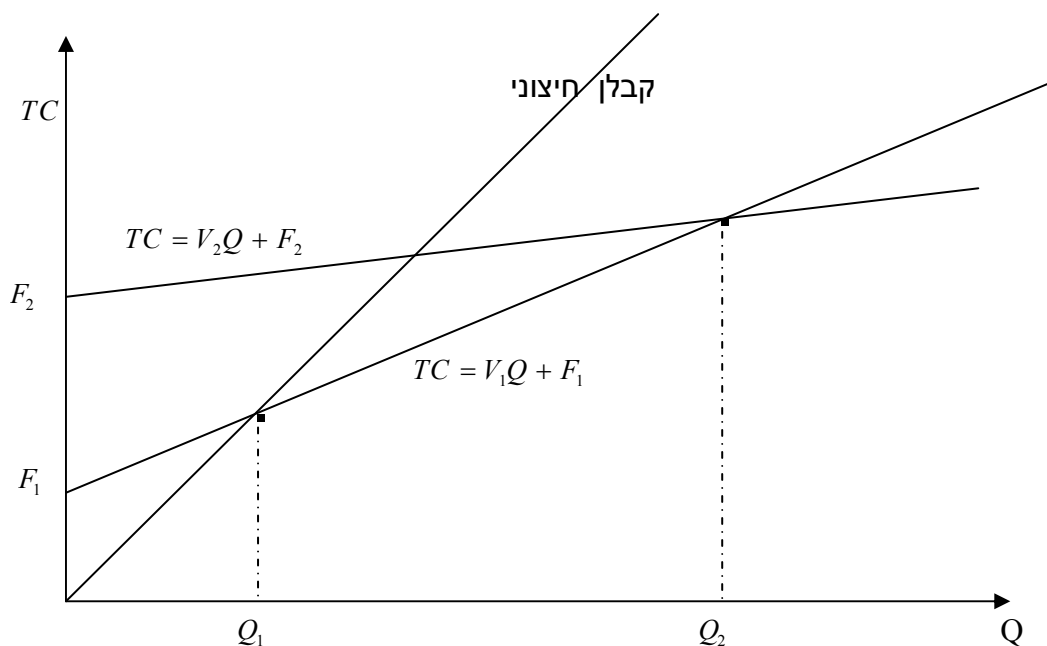
- עלות קבועה שניתנת למניעה **avoidable fixed cost**: כיוון שהיא ניתנת למניעה, היא לא חוזרת על עצמה בכל אחת מהאלטרנטיבות. לכן, יש להתייחס אליה כעלות משתנה.

- השוואה בין התוצאות של אלטרנטיבות שונות יכולה להיות גם בדרך של ניתוח המעבר מאלטרנטיבה אחת לאלטרנטיבה אחרת: **costs and benefits**.

- תחלופה בין הוצאות קבועות והוצאות משתנות

האם כדאי להשקיע ברכוש קבוע (הוצ' פחת והוצ' מימון קבועות) כדי להקטין את העלות המשתנה ליחידה?

התשובה תלויה בנפח היצור. בדרך כלל יש תחלופה בין עלויות קבועות לעלויות משתנות. כדאי להגדיל את העלויות הקבועות על מנת לחסוך במשתנות כאשר נפח היצור גדל.



עד כמות Q_1 עדיף לייצר באמצעות קבלן משנה
 בין Q_1 לבין Q_2 עדיף ייצור עצמי עם רמת הוצאות קבועות F_1 ומשתנות ליחידה V_1
 עבור כמות גבוהה מ- Q_2 עדיף ייצור עצמי רמת הוצאות קבועות F_2 ומשתנות ליחידה V_2 .

קבלת החלטה על ייצור באמצעות קבלן משנה

דוגמא 15

חברת DELL שוקלת ייצור לוח אם למחשב נייד באמצעות קבלן משנה.
 בשנת 2003 החברה יצרה בעצמה כ- 10,000 לוחות אם מסוג CENTURY.
 להלן העלויות של מחלקת הייצור ל- 10,000 היחידות הנ"ל:

\$300,000	הוצאות משתנות
<u>80,000</u>	הוצאות קבועות
<u>\$380,000</u>	סך הכל

קבלן משנה מטייוואן מציע לחברה לייצר עבורה 10,000 לוחות אם זהים תמורת \$320,000.
 אם חברת DELL תפסיק לייצר בעצמה, היא תוכל לחסוך כ- \$50,000 מההוצאות הקבועות.
 האם כדאי לחברת DELL לייצר באמצעות קבלן המשנה?

תשובה

דרך א: השוואה בין התוצאות של החלופות השונות

אם נייצר העלות הכוללת היא 380,000
 באמצעות קבלן משנה העלות הכוללת היא $320,000 + 30,000 = 350,000$
 לכן, כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כיוון שהעלות הכוללת תקטן ב- \$30,000.

דרך ב: התייחסות לעלות הרלבנטית

סך \$30,000 של עלות קבועה הוא לא רלוונטי.
 סך \$50,000 של עלות קבועה שניתנת להיחסך היא בעצם עלות משתנה.
 בייצור עצמי, ההוצאה המשתנה ליחידה היא \$35. באמצעות קבלן משנה ההוצאה המשתנה ליחידה היא \$32. לכן, כדאי לקבל את ההצעה.

דרך ג: ניתוח המעבר מייצור עצמי לייצור באמצעות קבלן משנה (עלות מול תועלת)

עלות: גידול בעלות המשתנה בסך 20,000
 תועלת: חיסכון בהוצאות הקבועות בסך 50,000
 לכן, כדאי לעבור לייצור באמצעות קבלן משנה.

קבלת החלטה על סגירת מחלקה

דוגמא 16

חברת Macy's שוקלת סגירת מחלקת המוסיקה. להלן תמצית דוח רווח והפסד תפעולי של החברה לשנת 2005 לפי מחלקות (בשקלים):

<u>סך הכל</u>	<u>מחלקות אחרות</u>	<u>מחלקת מוסיקה</u>	
68,000	60,000	8,000	מכירות
<u>-40,000</u>	<u>-36,000</u>	<u>-4,000</u>	הוצאות משתנות
28,000	24,000	4,000	תרומה
<u>-19,000</u>	<u>-12,000</u>	<u>-7,000</u>	הוצאות קבועות
<u>9,000</u>	<u>12,000</u>	<u>-3,000</u>	רווח תפעולי

אם מחלקת המוסיקה תיסגר ניתן יהיה לחסוך 2,600 ש"ח. השטח שיתפנה יועבר למחלקות האחרות. להערכת רותי, מנהלת השיווק של החברה, המכירות במחלקות האחרות יגדלו ב- 5,000 ש"ח, והמחלקות האחרות ישמרו על אותו שיעור תרומה ממוצע. האם כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה?

תשובה (costs and benefits)

אם נסגור את מחלקת המוסיקה:

(4,000)	• נפסיד את התרומה של מחלקת המוסיקה
2,600	• נחסוך הוצאות קבועות
<u>2,000</u>	• נקבל תרומה נוספת במחלקות האחרות (40%*5,000)
600	<u>רווח</u>

לכן, כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה בגלל שהרווח הכולל יגדל ב- 600

• קבלת החלטה על הזמנה מיוחדת (שאינה פוגעת בביקוש הסטנדרטי)

אם ההזמנה המיוחדת אינה פוגעת במכירות ללקוחות הקיימים, יש לקבל את ההזמנה המיוחדת אם מחיר המכירה גבוה מהעלות המשתנה ליחידה. הבעיה היא שמדובר במשחק לא פשוט בין החברה ולקוחותיה. יש לשקול מה ההשלכות על התקופות הבאות, ומה ההשלכות על המכירות לקהל הלקוחות הקיים. לדוגמא, שופרסל הזמינה שקיות סוכר מחברת סוגת במחיר מיוחד. שקיות סוכר אלה נמכרות ברשת שופרסל תחת מותג הבית. האם היה כדאי לסוגת להסכים להזמנה המיוחדת? בפני חברת סוגת עמדו 2 אפשרויות, אם לא יסכימו, יורדו מהמדפים. אם יסכימו, ירוויחו משהו.

קבלת החלטה כל החלפת מכונה

העלות השקועה, מזווית הראיה של בעלי המניות, היא רלבנטית רק לעניין תשלומי המס בעתיד. יש לשקול אם הערך הנוכחי של זרמי המזומנים יגדל כתוצאה מהחלפת המכונה.

בעיית הנציג agency problem. המנהל נשפט לפי רווח חשבונאי. לכן, הפסד ממכירת ציוד קיים ייזקף לחובתו וישפיע על קבלת ההחלטה על החלפת ציוד.

דוגמא 17

חברה שוקלת את כדאיות רכישת מכונה חדשה להחלפת מכונה ישנה. עלות המכונה החדשה היא 300,000 ש"ח. אורך החיים של המכונה החדשה הוא 4 שנים. לצורך מס, המכונה החדשה תופחת במשך 4 שנים ללא ערך גרט. שיעור המס הוא 30%.

הערך הפנקסני של המכונה הישנה (עלות נטו בספרים) הוא 150,000 ש"ח. ניתן למכור מכונה זו כעת תמורת 40,000 ש"ח. אורך החיים הנוטר של המכונה הישנה הוא שנה. ערך הגרט נאמד ב-0. הפסד ממכירת מכונה ישנה ניתן לקיזוז לצורך מס לצורך קבלת הטבה בשיעור 30%. הטבת המס תתקבל בתום שנה 1.

החברה אומדת כי המכונה החדשה חוסכת בכל שנה 50,000 ש"ח בעלות התפעול (ללא פחת). מחיר ההון של בעלי המניות הוא 10%.

האם כדאי להחליף כעת את המכונה או בשנה הבאה?

תשובה:

כדי להיפטר מבעיית האופק האין-סופי נניח כי המכונה החדשה נרכשת ב-4 תשלומים שווים בסוף כל שנה. מה צריך להיות גובה התשלום?

$$a/10\%*(1-1/1.1^4)=300,000$$

$$a=300,000*10\%/(1-1/1.1^4)=94,641 \quad \text{ונקבל כי}$$

הטבת המס בגין הפחת היא סך $75,000*30\%=22,500$ לשנה.

$$94,641-22,500=72,141 \quad \text{לכן, עלות שנתית של המכונה החדשה היא}$$

נניח כי הוצאות התפעול של המכונה הישנה הן 50,000 ש"ח לשנה (מכונה חדשה – 0).

אם נחליף כעת את המכונות, מה הם זרמי המזומנים?

<u>שנה 2</u>	<u>שנה 1</u>	<u>נקודת 0</u>	
		40,000	תמורה ממכירת מכונה ישנה
	33,000		ניצול הפסד לצורך מס (110*30%)
.....(72,141)	(72,141)		מכונה חדשה
.....(72,141)	(39,141)	40,000	סך זרמי המזומנים
	<u>44,000</u>	<u>(40,000)</u>	העברה
	4,859	0	

אם נחליף בעוד שנה (בתום שנה 1), מה הם זרמי המזומנים?

<u>שנה 2</u>	<u>שנה 1</u>	<u>נקודת 0</u>	
	45,000		הטבת מס בגין פחת מכונה ישנה
	(35,000)		הוצאות תפעול מכונה ישנה, נטו
.....(72,141)			מכונה חדשה
.....(72,141)	10,000	0	סך זרמי המזומנים

זרמי המזומנים מתום השנה השניה והלאה אינם רלבנטיים.
לכן, לא כדאי להחליף כעת.

הערה: גם אם המכונה הישנה הופחתה כבר במלואה לצורך מס, נקבל אותה מסקנה:

אם נחליף כעת את המכונות, מה הם זרמי המזומנים?

<u>שנה 2</u>	<u>שנה 1</u>	<u>נקודת 0</u>	
		28,000	תמורה ממכירת מכונה ישנה, נטו
.....(72,141)	(72,141)		מכונה חדשה
.....(72,141)	(72,141)	28,000	סך זרמי המזומנים
	<u>30,800</u>	<u>(28,000)</u>	העברה
	(41,341)	0	

אם נחליף בעוד שנה (בתום שנה 1), מה הם זרמי המזומנים?

<u>שנה 2</u>	<u>שנה 1</u>	<u>נקודת 0</u>	
	(35,000)		הוצאות תפעול מכונה ישנה, נטו
.....(72,141)			מכונה חדשה
.....(72,141)	(35,000)	0	סך זרמי המזומנים

לכן, לא כדאי להחליף כעת.

י"ב. תמחיר ספיגה לעומת תמחיר תרומה

שיטת התמחיר המקובלת בחשבונאות הפיננסית הינה תמחיר ספיגה. בשיטה זו עלות המלאי כוללת גם את העלויות הקבועות ביצור.

בשיטת תמחיר תרומה, העלויות הקבועות ביצור נזקפות מיידית לרווח והפסד. לכן, הרווח התפעולי תחת מחיר ספיגה הינו גבוה יותר מהרווח התפעולי תחת תמחיר תרומה אם יש גידול במרכיב העלויות הקבועות שכלול במלאי.

דוגמא:

העלויות הקבועות ביצור בשנת 2007 היו 300,000 ₪, ו- 20% מהכמות שיוצרה בשנת 2007 נמצאת במלאי ליום 31.12.2007.
העלויות הקבועות ביצור בשנת 2008 היו 360,000 ₪, ו- 25% מהכמות שיוצרה בשנת 2008 נמצאת במלאי ליום 31.12.2008.
החברה מנהלת את המלאי בשיטת FIFO. כל מלאי הפתיחה לשנת 2008 נמכר. הרווח התפעולי בשנת 2008 לפי שיטת תמחיר תרומה הוא 150,000 ₪. מהו הרווח התפעולי בשנת 2008 לפי שיטת תמחיר ספיגה?

תשובה

המלאי ליום 31.12.2007 כולל מרכיב של עלויות קבועות ביצור שהווננו למלאי בסך 60,000 ₪, והמלאי ליום 31.12.2008 כולל מרכיב של עלויות קבועות שהווננו למלאי בסך 90,000 ₪.

150,000	הרווח לפי תמחיר תרומה הוא
<u>30,000</u>	הרווח לפי תמחיר ספיגה גבוה יותר ב- 90,000-60,000 =
<u>180,000</u>	<u>רווח לפי תמחיר ספיגה</u>

רווח תפעולי בתמחיר תרומה לעומת תמחיר ספיגה

נשתמש בסימונים הבאים:

מספר היחידות שיוצרו בתקופה הנוכחית	Q
עלות יצור משתנה ליחידה בתקופה קודמת	C_1
עלות יצור משתנה ליחידה בתקופה הנוכחית	C_2
עלויות קבועות ביצור בתקופה השוטפת	F_P
עלויות קבועות במכירה וכלליות בתקופה השוטפת	F_M
עלות קבועה ליחידה אחת שיוצרה בתקופה קודמת	f_1
עלות קבועה ליחידה אחת שיוצרה בתקופה השוטפת	f_2
כמות היחידות שנמכרה בתקופה השוטפת	Q_S
כמות היחידות במלאי הפתיחה של התקופה השוטפת	Q_1
כמות היחידות במלאי הסגירה של התקופה השוטפת	Q_2

רווח תפעולי בתקופה השוטפת

1. נניח כי הכמות הנמכרת היתה כולה מתוך מלאי הפתיחה.

1.1. תמחיר תרומה

בתמחיר תרומה הרווח התפעולי הוא $(P - C_1)Q_S - F_P - F_M$

נקודת האיזון יכולה להיות בתחום זה אם $Q_S = \frac{F_P + F_M}{P - C_1} \leq Q_1$

1.2. תמחיר ספיגה

בתמחיר ספיגה הרווח התפעולי הוא $(P - C_1 - f_1)Q_S - F_M$

כאשר מספר היחידות שנמכרות נמוך יותר ממספר היחידות שיש במלאי פתיחה הרי שהעלויות הקבועות ביצור בתקופה השוטפת אינן משפיעות על הרווח התפעולי.

נקודת האיזון יכולה להיות בתחום זה אם $Q_S = \frac{F_M}{P - C_1 - f_1} \leq Q_1$

1.3. השוואה בין הרווח לפי תמחיר תרומה לרווח לפי תמחיר ספיגה

הרווח לפי תמחיר ספיגה גבוה מהרווח לפי תמחיר תרומה בסך $F_P - f_1 Q_S$

מצד אחד הרווח התפעולי גבוה יותר בסך ההוצאות הקבועות שהיו ביצור בתקופה השניה, ומצד שני – הרווח התפעולי נמוך יותר בגלל הפחתת מרכיב העלויות הקבועות שכלול בכל ביחידות שנמכרו בתקופה השוטפת מתוך מלאי הפתיחה.

דוגמא 1

העלויות הקבועות של חברת "הארגז" בשנים 2007 ו-2008 היו כדלקמן:

<u>2007</u>	<u>2008</u>	
300,000	360,000	עלויות קבועות ביצור
220,000	200,000	עלויות מכירה קבועות
<u>350,000</u>	<u>320,000</u>	עלויות הנהלה קבועות
<u>870,000</u>	<u>880,000</u>	

העלויות המשתנות באותן שנים היו כדלקמן:

7 ₪	10 ₪	עלויות ליחידה ביצור
3 ₪	4 ₪	עלויות מכירה ליחידה
56 ₪	60 ₪	מחיר המכירה של יחידה
50,000 יח'י	10,000	מספר יחידות שיוצרו
20,000 יח'י	12,000	מלאי ביחידות לסוף השנה

החברה מנהלת את המלאי בשיטת FIFO. בשנת 2008 נמכרו 18,000 יחידות.

מהו הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר תרומה? בשיטת תמחיר ספיגה?

הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר תרומה

1,080,000	(= 60*18,000)	מכירות
(486,000)	(= 360,000 + 7*18,000)	עלות מכירות
(200,000)		הוצאות מכירה קבועות
(72,000)	(4*18,000)	הוצאות מכירה משתנות
(320,000)		הוצאות הנהלה קבועות
<u>2,000</u>		רווח תפעולי

הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר ספיגה

1,080,000	(= 60*18,000)	מכירות
(234,000)	(= 18,000*(300/50+7))	עלות מכירות
(200,000)		הוצאות מכירה קבועות
(72,000)	(4*18,000)	הוצאות מכירה משתנות
(320,000)		הוצאות הנהלה קבועות
<u>254,000</u>		רווח תפעולי

הרווח בתמחיר ספיגה גבוה ב- 252,000 ₪ מהרווח בתמחיר תרומה. מדוע?

360,000	הוצאות יצור קבועות בשנת 2008 שלא נזקפו לעלות המכירות בניכוי – עלויות יצור קבועות משנה קודמת שנזקפו
<u>108,000</u>	השנה לעלות מכירות (= 18,000* 300/50)
<u>252,000</u>	

2. ניחוח כי הכמות הנמכרת גבוהה מיתרת הפתיחה

2.1 תמחיר תרומה

בתמחיר תרומה הרווח התפעולי הוא $(P - C_2)Q_S - Q_1(C_1 - C_2) - F_P - F_M$

$$Q_S = \frac{F_P + F_M + Q_1(C_1 - C_2)}{P - C_2} > Q_1 \text{ נקודת האיזון יכולה להיות בתחום זה אם}$$

כאשר הכמות שנמכרת בתקופה השוטפת היא מעל לכמות שיש במלאי הפתיחה הרי שהביטוי $Q_1(C_1 - C_2)$ משחק תפקיד של עלות קבועה נוספת. במילים אחרות, התרומה הכוללת צריכה לכסות את העלות שנוספת בגלל שעלות היצור בתקופה קודמת הייתה גבוהה יותר.

2.2 תמחיר ספיגה

בתמחיר ספיגה הרווח התפעולי הוא $(P - C_2 - f_2)Q_S - (C_1 - C_2 + f_1 - f_2)Q_1 - F_M$

כאשר מספר היחידות שנמכרות בתקופה השוטפת עולה על מספר היחידות במלאי הפתיחה הרי שהרווח התפעולי תלוי בנפח היצור בתקופה השוטפת. לכן, לא קיימת נקודת איזון אחת אלא נקודת האיזון תלויה בהיקף היצור.

$$Q_S = \frac{F_M + (C_1 - C_2 + f_1 - f_2)Q_1}{P - C_2 - f_2} > Q_1 \text{ נקודת האיזון יכולה להיות בתחום זה אם}$$

2.3 השוואה בין הרווח לפי תמחיר תרומה לרווח לפי תמחיר ספיגה

הרווח לפי תמחיר ספיגה גבוה מהרווח לפי תמחיר תרומה בסך $f_2Q_2 - f_1Q_1$

מצד אחד הרווח התפעולי גבוה יותר בגלל מרכיב העלויות הקבועות שהועמס על מלאי הסגירה, ומצד שני – הרווח התפעולי נמוך יותר בגלל הפחתת מרכיב העלויות הקבועות שהיה כלול במלאי הפתיחה.

דוגמא 2:

העלויות הקבועות של חברת "הארגז" בשנים 2007 ו-2008 היו כדלקמן:

2007	2008	
300,000	360,000	עלויות קבועות ביצור
220,000	200,000	עלויות מכירה קבועות
<u>350,000</u>	<u>320,000</u>	עלויות הנהלה קבועות
<u>870,000</u>	<u>880,000</u>	

העלויות המשתנות באותן שנים היו כדלקמן:		
7 ₪	10 ₪	עלויות ליחידה ביצור
3 ₪	4 ₪	עלויות מכירה ליחידה
26 ₪	30 ₪	מחיר המכירה של יחידה
50,000 יח'י	60,000	מספר יחידות שיוצרו
10,000 יח'י	15,000	מלאי ביחידות לסוף השנה

החברה מנהלת את המלאי בשיטת FIFO. בשנת 2008 נמכרו 55,000 יחידות.

נדרש:

- מהו הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר תרומה? בשיטת תמחיר ספיגה?
- כמה יחידות יש למכור בשנת 2008 כדי להיות בנקודת האיזון (רווח תפעולי 0)?

הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר תרומה

1,650,000	(= 30*55,000)	מכירות
(880,000)	(= 360,000 + 7*10,000 + 10*45,000)	עלות מכירות
(200,000)		הוצאות מכירה קבועות
(220,000)	(4*55,000)	הוצאות מכירה משתנות
(<u>320,000</u>)		הוצאות הנהלה קבועות
<u>30,000</u>		רווח תפעולי

הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר ספיגה

1,650,000	(= 30*55,000)	מכירות
(850,000)	(= 10,000*(300/50+7)+45,000*(360/60+10))	עלות מכירות
(200,000)		הוצאות מכירה קבועות
(220,000)	(4*55,000)	הוצאות מכירה משתנות
(<u>320,000</u>)		הוצאות הנהלה קבועות
<u>60,000</u>		רווח תפעולי

	הרווח בתמחיר ספיגה גבוה ב- 30,000 ₪ מהרווח בתמחיר תרומה. מדוע?
90,000	מרכיב עלויות קבועות במלאי סגירה לשנת 2008 $(15,000 * 360 / 60)$
<u>60,000</u>	מרכיב עלויות קבועות במלאי פתיחה לשנת 2008 $(10,000 * 300 / 50)$
<u>30,000</u>	

כמה יחידות יש למכור כדי להיות בנקודת האיזון?

א. תמחיר תרומה

התרומה ליחידה שנמכרת מתוך מלאי הפתיחה היא $30 - 4 - 7 = 19$
 לכן, אם נמכור את כל היחידות במלאי הפתיחה נקבל תרומה בסך $19 * 10,000 = 190,000$.
 סך העלויות הקבועות בשנת 2008 הינו 880,000. לכן, נשאר לכסות עלויות קבועות בסך
 $880,000 - 190,000 = 690,000$.

התרומה ליחידה שנמכרת מהיצור של השנה השוטפת היא $30 - 4 - 10 = 16$.
 לכן, יש למכור עוד $690,000 / 16 = 43,125$ יחידות.
 מסקנה: יש למכור בשנת 2008 53,125 יחידות כדי להיות בנקודת איזון.

ב. תמחיר ספיגה

התרומה ליחידה שנמכרת מתוך מלאי הפתיחה היא $30 - 4 - 7 - 300 / 5 = 13$
 לכן, אם נמכור את כל היחידות במלאי הפתיחה נקבל תרומה בסך $13 * 10,000 = 130,000$.
 סך העלויות הקבועות בשנת 2008 הינו 520,000. לכן, נשאר לכסות עלויות קבועות בסך
 $520,000 - 130,000 = 390,000$.

התרומה ליחידה שנמכרת מהיצור של השנה השוטפת היא $30 - 4 - 10 - 360 / 60 = 10$.
 לכן, יש למכור עוד $390,000 / 10 = 39,000$ יחידות.
 מסקנה: יש למכור בשנת 2008 49,000 יחידות כדי להיות בנקודת איזון.

תרגילים

הנתונים להלן הם לשאלות 1-5

חברת "אורנים" בע"מ מייצרת שולחנות כתיבה מעץ אורן.
ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הן 150,000 ₪
ההוצאה המשתנה ליחידה היא 400 ₪
מחיר המכירה ליחידה 650 ₪

שאלה 1

מהי נקודת האיזון במונחים של מספר יחידות?

1	600	יחידות
2	500	יחידות
3	400	יחידות
4	300	יחידות

שאלה 2

מהי נקודת האיזון במונחים של היקף מכירות?

1	390,000	₪
2	325,000	₪
3	260,000	₪
4	195,000	₪

שאלה 3

מה צריך להיות מספר היחידות כדי שהרווח התפעולי יהיה 60,000 ₪

1	840	יחידות
2	240	יחידות
3	375	יחידות
4	231	יחידות

שאלה 4

מה צריך להיות מחזור המכירות כדי שהרווח התפעולי יהיה 80,000 ₪?

1	598,000	₪
2	208,000	₪
3	390,000	₪
4	130,000	₪

שאלה 5

אם החברה מוכרת 750 יחידות של המוצר, בכמה אחוזים יכולה הכמות הנמכרת לקטון בלי להיכנס להפסד תפעולי (מרווח ביטחון)?

1	20.00%
2	25.00%
3	22.50%
4	41.67%

שאלה 6

חברה מייצרת מוצר אחד

X מוצר

35

מחיר מכירה של יחידה אחת

20

עלות משתנה של יצור יחידה אחת

סך ההוצאות הקבועות של החברה הוא 120,000 ש"ח.

שיעור המס הוא 32%.

מה צריך להיות מספר היחידות שימכרו כדי שהרווח התפעולי, נטו לאחר מס, יהיה 132,000 ₪?

8,800 .1

16,800 .2

20,941 .3

14,000 .4

שאלה 7

להלן תמצית דוח רווח והפסד של חברת "תעשיות" בע"מ לשנת 1998 באלפי ש"ח:

5,200

מכירות

2,200

הוצאות משתנות (כולל עמלת מכירות)

900

הוצאות קבועות

3,100

סך הוצאות

2,100

רווח לפני מסים

====

ההוצאות המשתנות הנן באחוז קבוע מהמכירות.

בכמה אחוזים צריך מחזור המכירות לגדול בשנת 1999 כדי שהרווח לפני מסים יגדל ב- 100%?

72.8% .1

70% .2

73.3% .3

100% .4

שאלה 8

להלן נתונים על חברת מפרום בע"מ:

100,000

מכירות

36,000

עלויות משתנות

סך ההוצאות הקבועות של החברה הוא 32,000 ש"ח.

החברה רוצה להגדיל את הרווח התפעולי ב- 30%.

בכמה אחוזים צריך מחזור המכירות לגדול?

2% .1

5% .2

15% .3

20% .4

הנתונים להלן הם לשאלות 9-12

חברת "אורנים" בע"מ מייצרת שולחנות כתיבה מעץ אורן.
ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הן 150,000 ₪
ההוצאה המשתנה ליחידה היא 400 ₪
מחיר המכירה ליחידה 650 ₪

ברבעון הראשון של שנת 2007 החברה מכרה 1,200 יחידות

שאלה 9

ד"ר בוכהלטר, חשב החברה, טוען ש:
אם מחיר המכירה ליחידה יעלה ב- 10% והכמות הנמכרת תרד ב- 20%, אז הרווח התפעולי יגדל.

- 1 זה נכון. הרווח התפעולי גדל מ- 150,000 ל- 152,400
- 2 לא נכון. הרווח התפעולי יישאר ללא שינוי.
- 3 לא נכון. הרווח התפעולי יירד.
- 4 זה נכון. אבל השינוי ברווח הוא פחות מ- 1000 ₪.

שאלה 10

אם העלות המשתנה ליחידה תעלה ב- 10% מה יהיה הרווח התפעולי?

- 1 102,000 ₪
- 2 135,000 ₪
- 3 120,000 ₪
- 4 150,000 ₪

שאלה 11

אם מחיר המכירה יעלה ב- 12% והכמות הנמכרת תקטן רק ב- 8%
וההוצאות הקבועות יקטנו ב- 5% אז הרווח התפעולי יהיה.

- 1 219,612 ₪
- 2 165,000 ₪
- 3 300,000 ₪
- 4 150,000 ₪

שאלה 12

אם העלות המשתנה ליחידה תגדל ב- 5% וההוצאות הקבועות יקטנו ב- 6%
אז הרווח התפעולי יהיה:

- 1 135,000 ₪
- 2 144,000 ₪
- 3 159,000 ₪
- 4 151,050 ₪

שאלה 13

חברה מייצרת שני מוצרים.

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
30	20	עלות משתנה של יצור יחידה אחת
90	40	מחיר מכירה של יחידה אחת

- על כל מוצר אחד של X החברה מוכרת 2 מוצרים של Y.
סך ההוצאות הקבועות של החברה הוא 240,000 ש"ח.
מה צריך להיות מחזור ההכנסות של החברה כדי שהרווח לפני מסים יהיה 40,000 ש"ח?
1. 340,000
 2. 540,000
 3. 440,000
 4. 240,000

הנתונים הבאים הינם לשאלות 14-17

חברת שמרית בע"מ מייצרת 2 מוצרים: מוצר X ומוצר Y.

להלן נתונים על מחירי המכירה והעלויות:

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
25	30	מחיר מכירה ליחידה
18	20	עלות משתנה ליחידה

סך ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הוא 120,000 ש"ח.

על כל 2 יחידות של מוצר X החברה מוכרת 3 יחידות של מוצר Y.

שאלה 14

מה מספר יחידות X בנקודת איזון?

1. 5,854
2. 8,780
3. 2,927
4. 7,317

שאלה 15

מה מספר יחידות Y בנקודת איזון?

1. 8,780
2. 5,854
3. 7,317
4. 2,927

שאלה 16

מה היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון?

1. 395,122
2. 120,000
3. 409,756
4. 270,732

שאלה 17

מה צריך להיות מחזור המכירות כדי שהרווח התפעולי יהיה 96,000 ?

711,220	1
316,098	2
513,659	3
612,439	4

הנתונים הבאים הינם לשאלות 18-19

חברת שמרית בע"מ מייצרת 3 מוצרים: מוצר X, ומוצר Y, ומוצר Z. להלן נתונים על מחירי המכירה והעלויות:

<u>מוצר Z</u>	<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
40	25	30	מחיר מכירה ליחידה
24	18	20	עלות משתנה ליחידה

סך ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הוא 150,000 ש"ח.

על כל 2 יחידות של מוצר X החברה מוכרת 3 יחידות של מוצר Y ו- 4 יחידות של מוצר Z.

שאלה 18

מה היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון?

421,429	1
300,000	2
150,000	3
360,714	4

שאלה 19

מה צריך להיות מחזור המכירות כדי שהרווח התפעולי יהיה 120,000 ש"ח?

758,571	1
488,571	2
270,000	3
623,571	4

שאלה 20

להלן תמצית דוח רווח והפסד של חברת "שמרית" בע"מ לשנת 2005 באלפי ש"ח:

15,000		מכירות
	6,300	הוצאות משתנות (כולל הוצ' שיווק)
	<u>4,000</u>	הוצאות קבועות
<u>10,300</u>		סך הוצאות
4,700		רווח לפני מסים
=====		

ההוצאות המשתנות הנן באחוז קבוע מהמכירות.

בתחילת שנת 2006 הנהלת החברה גייסה איש שיווק במשכורת קבועה שנתית בסך 120 אלפי ש"ח למחלקת השיווק.

גיוס העובד מאפשר את הקטנת הוצאות השיווק מ- 7% ממחזור ההכנסות ל- 3% ממחזור ההכנסות.

מה צריך להיות מחזור ההכנסות בשנת 2006 כדי שהרווח לפני מסים יהיה 12,000 אלפי ש"ח?

25,806	.1
26,000	.2
27,793	.3
29,852	.4

שאלה 21

להלן תמצית דוח רווח והפסד של חברת "אורנים" בע"מ לשנת 2005 באלפי ש"ח:

15,000		מכירות
	7,200	הוצאות משתנות (כולל עמלת מכירות)
	<u>2,000</u>	הוצאות קבועות
	<u>9,200</u>	סך הוצאות
	<u>5,800</u>	רווח לפני מסים

ההוצאות המשתנות הינן באחוז קבוע מהמכירות.
החברה מעוניינת להגדיל את מכירותיה בשנת 2006 אחת התוכניות שהוצעו היא:
א. להגדיל את עמלת המכירות מ-5% ל-8%;
ב. להגדיל את הוצאות הפרסום ב-300 אלפי ש"ח.

מה צריך להיות מחזור המכירות בשנת 2006 כדי שהרווח לפני מסים בשנת 2006 יהיה 10,000 אלפי ש"ח?

25,625	.1
25,102	.2
27,333	.3
21,818	.4

הנתונים הבאים הינם לשאלות 22-25

חברת פתאל בע"מ מפעילה את בית המלון מרידיאן בים המלח.
הכנסות המלון הם מ-4 מגזרי פעילות:

<u>% תרומה</u>	<u>% הכנסות</u>	
65%	55%	1 לינה + ארוחת בוקר
30%	25%	2 ארוחות נוספות
80%	5%	3 בר משקאות
25%	15%	4 SPA
	100%	

סך ההוצאות הקבועות של המלון לחודש הוא 510,000 שקל.
מספר החדרים במלון הוא 250 חדרים.
מחיר ממוצע לחדר לליילה הוא 500 שקל.
הנח כי בחודש יש 30 לילות.

שאלה 22

מה היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון?

1,000,000	1
784,615	2
1,020,000	3
927,273	4

שאלה 23

מהו שיעור התפוסה בנקודת האיזון?

14.67%	1
68.50%	2
47.58%	3
22.83%	4

שאלה 24

מה צריך להיות שיעור התפוסה הממוצע כדי שהרווח התפעולי יהיה 800,000 שקל?

37.67%	1
82.20%	2
75.35%	3
65.07%	4

שאלה 25

מלך הבריים של תל-אביב הציע להנהלת המלון לשכור את בר המשקאות תמורת תשלום שכירות למלון בסך 150,000 ₪ לחודש.
כרגע, הכנסות המלון הם 3,000,000 ₪ לחודש.
יש להניח כי מחזור ההכנסות (כולל הכנסות מבר המשקאות) לא ישתנה.
אם תתקבל ההצעה, הרווח התפעולי יגדל ב-

30,000	1
27,000	2
24,000	3
22,500	4

שאלה 26

חברת Macy's שוקלת סגירת מחלקת המוסיקה.
להלן תמצית דוח רווח והפסד תפעולי של החברה לשנת 2005 לפי מחלקות (בשקלים):

<u>מחלקת מוסיקה</u>	<u>מחלקות אחרות</u>	<u>סך הכל</u>
8,000	60,000	68,000
-4,000	-36,000	-40,000
4,000	24,000	28,000
-7,000	-12,000	-19,000
-3,000	12,000	9,000
מכירות		
הוצאות משתנות		
תרומה		
הוצאות קבועות		
רווח תפעולי		

אם מחלקת המוסיקה תיסגר ניתן יהיה לחסוך 2,600 ש"ח מההוצאות הקבועות.
השטח שיתפנה יועבר למחלקות האחרות.

להערכת Lady D, מנהלת השיווק של החברה, המכירות במחלקות האחרות יגדלו ב- 5,000 ש"ח, והמחלקות האחרות ישמרו על אותו שיעור תרומה ממוצע.

האם כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה?

1. כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה כיוון שיש למחלקה הפסד תפעולי בסך 3,000.
2. לא כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה בגלל שהרווח הכולל יקטן שהרווח הכולל יקטן ב- 4,000.
3. כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה בגלל שהרווח הכולל יגדל ב- 600.
4. כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה בגלל שהרווח הכולל יגדל ב- 600.

שאלה 27

חברת Lenovo שוקלת יצור לוח אם למחשב נייד באמצעות קבלן משנה.

בשנת 2005 החברה יצרה בעצמה כ- 200,000 לוחות אם מסוג MOBIL015Z .

להלן העלויות של מחלקת היצור ל- 200,000 היחידות הנ"ל:	
\$1,500,000	הוצאות משתנות
<u>200,000</u>	הוצאות קבועות
<u>\$1,700,000</u>	סך הכל

קבלן משנה מציע לחברה לייצר עבורה 200,000 לוחות אם זהים תמורת \$1,600,000. אם חברת Lenovo תפסיק לייצר בעצמה, היא תוכל לחסוך כ- \$60,000 מההוצאות הקבועות.

האם כדאי לחברת Lenovo לייצר באמצעות קבלן המשנה?

1. לא כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כי העלות המשתנה של Lenovo ליחידה אחת היא רק \$7.5 לעומת \$8 שמבקש הקבלן.
2. כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כיוון שהעלות הכוללת תקטן ב-\$30,000.
3. לא כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כיוון שהעלות הכוללת תגדל ב-\$40,000.
4. כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כי החיסכון בעלויות הוא \$40,000.

שאלה 28

חברת "צור" בע"מ שוקלת את כדאיות רכישת מכונה חדשה להחלפת מכונה ישנה. עלות המכונה החדשה היא 210,000 ש"ח. אורך החיים של המכונה החדשה הוא 3 שנים. הערך הפנקסני של המכונה הישנה (עלות נטו בספרים) הוא 120,000 ש"ח. ניתן למכור מכונה זו כעת תמורת 90,000 ש"ח. אורך החיים הנותר של המכונה הישנה הוא שנה. ערך הגרט נאמד ב- 10,000. החברה אומדת כי המכונה החדשה חוסכת בכל שנה 16,000 ש"ח בעלות התפעול (ללא פחת).

- בהתעלם מהוצאות מימון (הנח שיעור ריבית 0), איזה מהמשפטים הבאים הינו הנכון ביותר?
1. לא כדאי להחליף כבר כעת כיוון שהעלויות נטו יגדלו ב- 6,000 ש"ח.
 2. לא כדאי למכור כעת כיוון שיהיה הפסד ממכירת המכונה הישנה בסך 30,000 ש"ח.
 3. כדאי להחליף כעת בגלל חיסכון בעלויות נטו בסך 26,000 ₪.
 4. כדאי להחליף כבר כעת כיוון שהמכונה הישנה יקרה יותר בתפעול השוטף.

שאלה 29

להלן תמצית דוח רווח והפסד של חברת "רכיבים" בע"מ לשנת 1998:

3,000,000	מכירות
	עלות המכירות:
800,000	חומרי גלם
400,000	עבודה ישירה
400,000	עקיפות משתנות
<u>300,000</u>	עקיפות קבועות
<u>1,900,000</u>	
1,100,000	רווח גולמי
	הוצאות הנהלה וכלליות:
100,000	הוצאות הנהלה קבועות
150,000	הוצאות עמלת מכירות (5%)
180,000	הוצאות שיווק (6%)
<u>200,000</u>	הוצאות פרסום קבועות
<u>630,000</u>	
470,000	רווח לפני מסים
<u>169,200</u>	הוצאות מסים (36%)
<u>300,800</u>	רווח נקי לשנה
=====	

ההוצאות המשתנות הן באחוז קבוע מהמכירות.

יש לענות על כל אחת מהשאלות הבאות בנפרד, ללא תלות בין השאלות:

1. מהו מחזור המכירות בו הרווח הנקי הינו 0 (נקודת איזון)?
2. מהו מחזור המכירות בו הרווח הנקי (לאחר מסים) הוא 21% ממחזור המכירות?
3. החברה מעונינת להגדיל את מכירותיה בשנת 1999. אחת התוכניות שהוצעו היא:
 - א. להגדיל את עמלת המכירות מ-5% ל-8%.
 - ב. להגדיל את הוצאות הפרסום ב-100,000 ש"ח.
 מה צריך להיות מחזור המכירות בשנת 1999 כדי שהרווח הנקי לאחר מסים יהיה 450,000?
4. הנהלת החברה שוקלת לגייס איש שיווק במשכורת קבועה למחלקת השיווק. גיוס העובד יאפשר את הקטנת הוצאות השיווק מ-6% ל-4%. בהנחה שמחזור המכירות בשנת 1999 יישאר ללא שינוי, מה מקסימום המשכורת שכדאי לשלם לעובד זה?

שאלה 30

חברת "מיכלסון" בע"מ מייצרת שני מוצרים X ו- Y.

להלן פרטי התקציב שהוכן לשנה הקרובה:

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
40,000	60,000	מכירות ביחידות
11 ש"ח	15 ש"ח	מחיר ליחידה
6.3 ש"ח	9.2 ש"ח	עלות ייצור משתנה ליחידה אחת

סך עלויות קבועות של החברה 250,000 ש"ח לשנה.

חלק א - 10% (ללא התייחסות לחלק ב)

1. מהי נקודת האיזון בהנחה כי החברה מוכרת שמתוך כל 10 יחידות שנמכרות, 6 יחידות הן של מוצר X ו- 4 יחידות הן של מוצר Y.

2. מהו הרווח שצפוי לחברה אם סך מחזור המכירות יהיה 1,675,000 ש"ח?

חלק ב' - 10% (ללא התייחסות לחלק א)

• כמות היחידות המקסימלית שהחברה תוכל למכור ממוצר X היא 80,000 יחידות; וממוצר Y 70,000 יחידות.

• לחברה מכונה אחת ליצור X ו- Y. כל יחידה של מוצר X דורשת 1.75 שעות עבודה. כל יחידה של מוצר Y דורשת 1.25 שעות עבודה. מספר שעות המכונה של המכונה בשנה הינו 155,000 שעות.

כמה יחידות צריך לייצר מכל מוצר כדי להביא את הרווח למקסימום?

חלק ג' - 5% (בהמשך לחלק ב')

הנהלת החברה שוקלת רכישת מכונה נוספת, זהה למכונה הקודמת. הוצאות הפחת והמימון בגין המכונה החדשה הן 150,000 ש"ח בשנה.

כחשב החברה התבקשת לייעץ להנהלה בנושא זה. מהי עצתך?

שאלה 31

להלן נתונים שנלקחו מתקציב בית המלון "הייאט" באיסטנבול לשנת 1997:

<u>אחוז התרומה המחלקתית</u>	<u>אחוז מהפידיין</u>	<u>הרכב הכנסות צפוי</u>
70	60	הכנסות מהשכרת חדרים
20	25	הכנסות ממכירת מזון
45	15	הכנסות ממכירת משקאות (Bar)

ההוצאות הקבועות של המלון הינן 600,000 דולר לשנה. סכום זה כולל הוצאה קבועה בסך 25,000 דולר בשנה להעסקת עובד שכיר במכירת משקאות (Barman).

המלון קיבל הצעה מאיש עסקים פרטי, מר בומבם, אשר מבקש לחכור את ה-Bar תמורת 50,000 דולר לשנה.

מנהל המלון מתייעץ איתך הנוגע להצעתו של מר בומבם. האם כדאי לקבל את ההצעה? מהו מחזור ההכנסות של המלון אשר מעליו לא כדאי לקבל את ההצעה?

שאלה 32

חברת "GHBA" בע"מ הנה יצרנית תרופות שנמכרות באמצעות רשת של סוכנים עצמאיים. כרגע, הסוכנים מקבלים עמלה בשיעור 20% מהמכירות. החברה הכינה את התחזית לדוח רווח והפסד לשנת 2004 בהתבסס על שיעור העמלה הקיים (20%). להלן התחזית באלפי ש"ח:

<u>אלפי ש"ח</u>	
36,000	מכירות
	עלות המכר:
	הוצ' משתנות
13,680	הוצ' קבועות
<u>10,320</u>	
24,000	רווח גולמי
12,000	הוצאות שיווק וניהול:
	עמלה לסוכנים
7,200	הוצ' שיווק קבועות
1,000	הוצ' ניהול קבועות
<u>1,800</u>	
10,000	רווח תפעולי
2,000	הוצ' מימון קבועות
<u>600</u>	רווח לפני הוצ' מסים
1,400	
====	

שיעור המס על הרווח הוא 35%.

מאז הכנת התחזית הנ"ל, למדה החברה כי סוכני המכירה דורשים עמלה בשיעור 26% לשנת 2004. כתוצאה מכך, הורה מנכ"ל החברה, על עריכת בדיקת כדאיות למכור את תוצרת החברה באמצעות סוכני מכירה שיועסקו ע"י החברה כעובדים שכירים. המשימה הוטלה על חשב החברה.

החשב מעריך כי החברה תצטרך להעסיק 5 אנשי מכירה במשכורת שנתית בסך 80 אלפי ש"ח (כולל הטבות סוציאליות) לכל אחד. בנוסף לכך, יש לקחת בחשבון הוצאות נסיעה ואש"ל לאנשי המכירות

בסך 600 אלפי ש"ח בשנת 2004. בנוסף למשכורתם, יקבלו עובדי המכירות עמלה בשיעור 4% על המכירות.
החשב מאמין כי יש להגדיל את התקציב להוצאות שיווק בסך 400 אלפי ש"ח.

הנך נדרש:

1. חשב את נקודת האיזון בסך המכירות בשקלים לשנת 2004, בהנחה כי החברה תמכור באמצעות עובדים שכירים ותגדיל את תקציב השיווק.
2. אם חברת "GHBA" תמשיך להעסיק את סוכני המכירות העצמאיים, ותשלם להם עמלה בשיעור 26%, מה צריך להיות סך מחזור המכירות כדי שהרווח הנקי יישאר לפי התחזית המקורית?
3. מהו היקף המכירות בשקלים בו אדישה החברה בין העסקת אנשי מכירות שכירים לבין המשך העבודה עם אנשי המכירות העצמאיים (ותשלום עמלה של 26%) ?

נתונים לשאלות 33-35

לחברה המייצרת 2 מוצרים: א' ו- ב' יש הוצאות קבועות בסך 435,000 ש"ח. שיעור המכירות ממוצר א' הינו 75% וממוצר ב' הינו 25%. שיעור התרומה המופקת ממוצר א' הינו 32% וממוצר ב' הינה 20%.

שאלה 33

בנקודת האיזון, המכירות ממוצר א' מסתכמות ב:

1. 1,000,000 ש"ח
2. 1,125,000 ש"ח
3. 1,500,000 ש"ח
4. 1,625,000 ש"ח

שאלה 34

בשנת 2005 הרוויחה החברה 87,000 ש"ח. מה היו המכירות ממוצר א'?

1. 1,250,000 ש"ח
2. 1,350,000 ש"ח
3. 1,500,000 ש"ח
4. 1,800,000 ש"ח

שאלה 35

בשנת 2006 מתכננת החברה לצאת במסע פרסום כולל בעלות של 50,000 ש"ח. בעקבותיו צפוי להשתנות יחס המכירות. שיעור המכירות ממוצר א' יהיה 60% וממוצר ב' יהיה 40%. שיעור התרומה המופקת ממוצר א' יהיה 40% וממוצר ב' יהיה 15%.
בנקודת האיזון המכירות ממוצר ב' מסתכמות ב:

1. 1,616,667 ש"ח
2. 646,667 ש"ח
3. 970,000 ש"ח
4. 1,500,000 ש"ח

נתונים לשאלות 36-38

בשנת 2005 היתה לחברה תרומה בסך 100,000 ₪ והוצאות קבועות בסכום חיובי. לשנת 2006 צופה החברה עלייה בשיעור של 10% בכמות הנמכרת ועלייה בשיעור של 15% בתרומה ליחידה.

שאלה 36

שיעור הגידול בתרומה בין השנים הינו:

1. 10%
2. 15%
3. 25%
4. 26.5%

שאלה 37

שיעור הגידול ברווח בין השנים הינו:

1. 26.5%
2. גדול מ – 26.5%
3. קטן מ – 26.5%
4. כל התשובות דלעיל אינן נכונות.

שאלה 38

באיזה שיעור ישתנה הרווח אם בנוסף לשינוי בתרומה ליחידה ובכמות, גדלו ההוצאות הקבועות ב – 26.5%?

1. 26.5%
2. 0%
3. 1.5%
4. לא ניתן לדעת.

שאלה 39

לפניך משפטים הדנים בכמות היחידות בנקודת האיזון. סמן את המשפט שהוא תמיד נכון

1. נקודת האיזון גדלה כתוצאה מעליה במחיר.
2. נקודת האיזון קטנה כתוצאה מירידה במחיר.
3. נקודת האיזון גדלה כתוצאה מעליה בעלויות הקבועות.
4. נקודת האיזון קטנה כתוצאה מהתייקרות חומרי גלם.
5. נקודת האיזון גדלה כתוצאה מירידה בכמות הנמכרת

שאלה 40

חברת "כל בו" מייצרת מוצר יחיד בשם "קרמבו". שיעור תרומתה עומד כיום על 25%. כרגע, העלות המשתנה ליחידה איננה כוללת עמלת מכירות. במטרה להגדיל את הכמות הנמכרת שוקלת החברה מתן הנחה בשיעור 5% מהמחיר, ובמקביל הפעלת סוכני מכירות הגובים עמלה בשיעור 2% מהמכירות לאחר ההנחה. מה צריך להיות שיעור הגידול בכמות הנמכרת הדרוש כדי לשמור על התרומה הכוללת שהושגה לפני השינוי?

1. 38.39%
2. 38.12%
3. 28%
4. 25%
5. 16.67%

שאלה 41

חברת "פאצה" עוסקת ביצור מוצר אחד בשם "פיצה". להלן נתונים ליחידה המוצגים כאחוז מהמחיר:

100%	מחיר
40%	עלות חומרים מיובאים
10%	עלות חומרים מקומיים
20%	עלות שכר
30%	תרומה

עקב פיחות התייקרו החומרים המיובאים בשיעור של 20%. בשל התחרות העזה החליטה החברה לא לשנות את המחיר. מה צריך להיות שיעור הגידול בכמות הנמכרת כדי לשמור על אותה תרומה שהייתה ערב הפיחות?

1. 44.4%
2. 36.36%
3. 33.33%
4. 20%
5. 8%

שאלה 42

חברות "נתנאלה" ו-"מיכאלה" השיגו בשנת 2006 הכנסות ורווח תפעולי זהים, אך מבנה ההוצאות היה שונה. להלן נתוני דו"ח רווח והפסד מבוטאים כאחוזים מסך מחזור המכירות לשנת 2006.

מיכאלה	נתנאלה	
100%	100%	מכירות
80%	50%	עלויות משתנות
10%	40%	עלויות קבועות
10%	10%	רווח תפעולי

בשנת 2007 צפוי גידול זהה בכמות הנמכרת בשתי החברות. מנתונים אלו ניתן ללמוד כי:

1. גם בשנת 2007 יהיה הרווח התפעולי של שתי החברות זהה.
2. שיעור הגידול ברווח התפעולי של חברת נתנאלה יהיה כפול משיעור הגידול של מיכאלה.
3. הגידול ברווח התפעולי של נתנאלה יהיה בשיעור 250% מהגידול ברווח התפעולי של מיכאלה.
4. רווחי חברת מיכאלה יגדלו בשיעור גבוה יותר מרווחי חברת נתנאלה.
5. כל התשובות שלעיל אינן נכונות.

נתונים לשאלות 43-44

חברת "בובה" עוסקת ביצור בובות שעשוע משלושה סוגים. להלן נתונים:

	סה"כ	דורה	ברטס	ברבי	סוג הבובה
		34	50	40	מחיר שח
	9,000	2,000	4,000	3,000	כמות יחידות שנמכרה
מיוחס ליחידות לפי כמות נמכרת	180,000				חומרי גלם שח
מיוחס ליחידות ביחס 1:4:1	60,000				שכר עבודה שח
מיוחס ליחידות ביחס 0:16:10 (אפס לדורה)	13,000				עקיפות משתנות שח
	135,000				קבועות שח

שאלה 43

בהנחה שתמהיל הכמות הנמכרת נשמר, מהי נקודת האיזון ביחידות (מכל הסוגים יחד)?

1. 9,643 יחידות
2. 9,000 יחידות
3. 10,000 יחידות
4. 7,500 יחידות
5. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 44

תחת אותו תמהיל שלעיל. החברה מעוניינת להשיג רווח של 30,000 ש.ח. כמה בובות ברטס עליה למכור?

1. 4,000 יחידות
2. 4,222 יחידות
3. 4,444 יחידות
4. 4,889 יחידות
5. 5,333 יחידות

שאלה 45

להלן תמצית דוח רווח והפסד של חברת "אבירם" בע"מ לשנת 2005 באלפי ש"ח:		
18,000		מכירות
	7,560	הוצאות משתנות (כולל הוצ' שיווק)
	<u>3,000</u>	הוצאות קבועות
<u>10,560</u>		סך הוצאות
<u>7,440</u>		רווח לפני מסים
====		

ההוצאות המשתנות הנן באחוז קבוע מהמכירות. בתחילת שנת 2006 הנהלת החברה גייסה איש שיווק במשכורת קבועה שנתית בסך 180 אלפי ש"ח למחלקת השיווק. גיוס העובד מאפשר את הקטנת הוצאות השיווק מ-8% ממחזור ההכנסות ל-3% ממחזור ההכנסות. מה צריך להיות מחזור ההכנסות בשנת 2006 כדי שהרווח לפני מסים יהיה 8,000 אלפי ש"ח?

1. 17,460
2. 17,746
3. 18,966
4. 30,216
5. 25,432

להלן נתונים לשאלות 46-49

במפעל שדכני המאה בע"מ מכונה ליצור שדכני מתכת. העלות המשתנה ליחידה 75 ₪ מחיר המכירה ליחידה 126 ₪. לחברה עלויות קבועות לשנה בסך 365,000 ₪. בעקבות שינויי טעמים של הלקוחות שוקלת החברה להחליף את המכונה הישנה ולהכניס מכונה חדישה המייצרת שדכני אלומיניום קלים.

- עלות המשתנה ליחידה הינה 44 ₪.
- העלויות הקבועות יגדלו בסך 58,000 ₪
- ומחיר המכירה ליחידה יקטן ב-6%

שאלה 46

נקודת האיזון במכונה הישנה (מספר יחידות):

1. 2,897
2. 7,157
3. 4,867
4. 7,148
5. אף תשובה אינה נכונה

שאלה 47

נקודת האיזון במכונה החדשה (מספר יחידות):

1. 5,682
2. 5,159
3. 4,867
4. 8,294
5. 5,712

שאלה 48

בהנחה כי לפני השינוי (בייצור עם המכונה הישנה) מחזור המכירות היה 1,260,000 ₪ לשנה, מה צריך להיות מחזור המכירות עם המכונה החדשה כדי לשמור על אותו רווח תפעולי?

1. 1,260,000
2. 811,451
3. 903,733
4. 910,749
5. אך אחת מהתשובות לעיל

שאלה 49

איזה מבין המשפטים הנכון ביותר:

1. על החברה לקבל את השינוי כיוון שהרווח התפעולי תמיד גדל.
2. אסור לחברה לקבל את ההצעה כיוון שהעלות הקבועה ליחידה גדלה.
3. הכנסות החברה בנקודת האיזון החדשה הינן כ- 673 אלפי ₪.
4. הכנסות החברה בנקודת האיזון החדשה הינן כ- 611 אלפי ₪.
5. תשובות 1 + 3 הן נכונות

שאלה 50

החברה מייצרת ומוכרת שני מוצרים X ו-Y ביחס של 3 ל-5 (על כל 3 יחידות X מוכרים 5 יחידות Y).

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	מחיר המכירה של המוצר
18	25	עלות משתנה ליחידה
12	15	

שיעור המס החל על הרווח התפעולי של החברה הוא 32%. רמת ההוצאות הקבועות הינה 150,000 ₪.

מה צריך להיות מחזור המכירות (מעוגל לאלף ₪) כדי שהרווח התפעולי הנקי (לאחר מס) יהיה 1,360,000 ₪?

1. 5,912 אלפי ₪
2. 4,892 אלפי ₪
3. 6,025 אלפי ₪
4. 5,850 אלפי ₪
5. אך אחת מהתשובות לעיל

נתונים לשאלות 51-55

חברת מטריקס בע"מ צריכה לבחור בין שתי מכונות.
להלן נתונים:

<u>מכונה ב</u>	<u>מכונה א</u>	
3 שנים	4 שנים	אורך החיים של המכונה
90,000	100,000	עלות מכונה
12,000	18,000	עלות תפעול שנתית (ללא פחת)
16	10	עלות משתנה ליצור יחידה

מחיר המכירה של יחידה אחת הוא 200 ₪.
שיעור עמלת המכירות הוא 10%.
שיעור המס הוא 30%.
מחיר ההון הממוצע של החברה ($wacc$) הוא 7% לשנה.

שאלה 51

מהי כמות היחידות בנקודת האיזון של מכונה א'?

- 1. 294
- 2. 291
- 3. 307
- 4. 285
- 5. 304

שאלה 52

מהו הרווח הנקי החשבונאי לשנה הראשונה אם מכונה א' נרכשה במימון הון עצמי ומספר היחידות הוא בנקודת האיזון?

- 1. 0
- 2. 4,529
- 3. 3,200
- 4. 2,605
- 5. 2,011

שאלה 53

מהי כמות היחידות בנקודת האיזון של מכונה ב'?

- 1. 294
- 2. 291
- 3. 307
- 4. 285
- 5. 304

שאלה 54

מהו כמות היחידות בה החברה אדישה בין שתי המכונות?

- 1. 291
- 2. 294
- 3. 221
- 4. 211
- 5. 201

שאלה 55

בהינתן שמחזור המכירות השנתי הוא 1,000 יחידות, ובהנחה כי החברה רכשה את המכונה האופטימלית, מהו הרווח החשבונאי התפעולי הנקי לשנה הראשונה אם המכונה נרכשה מהון עצמי?

1. 88,900
2. 79,400
3. 68,200
4. 54,800
5. 29,300

נתונים לשאלות 56-58

חברה מייצרת שלושה מוצרים בתהליך יצור משותף. להלן עלויות היצור המשותף ליצור 40 טון של תוצרת גמורה.

18,000	עלות חומרי גלם (45 טון ח"ג לפי 400 שקל לטון)
13,000	עלות עבודה ישירה
7,000	הוצאות עקיפות משתנות
178,716	הוצאות עקיפות קבועות

בנקודת הפיצול מתקבלים 3 מוצרים: W, Y, X אשר עוברים כל אחד עיבוד נוסף. הכמויות המתקבלות של W, Y, X ו-W הן 24 טון, 12 טון ו-4 טון, בהתאמה. עלויות נוספות משתנות לאחר נקודת הפיצול ל-1 טון מוצר הן 200 ₪, 150 ₪ ו-120 ₪ למוצרים W, Y, X, בהתאמה.

בשיווק המוצרים W, Y, X ו-W יש עמלות שיווק בשיעור 10%, 12% ו-8%, בהתאמה. מחירי המכירה של המוצרים W, Y, X ל-1 טון הם 5000, 4000, 3800 שקל לטון, בהתאמה.

שאלה 56

מהו מחזור ההכנסות של החברה בנקודת איזון?

1. 274,800
2. 183,200
3. 253,400
4. 194,200
5. 210,300

שאלה 57

מהו הרווח התפעולי של החברה אם מחזור ההכנסות הכולל הוא 732,800 ₪.

1. 297,860
2. 233,600
3. 298,450
4. 267,840
5. 232,423

שאלה 58

החברה מכרה 360 טון של מוצר X. שיעור המס של החברה הוא 30%.
מה הרווח התפעולי הנקי לאחר מס באלפי ₪ (מעוגל)

- 1. 1,126
- 2. 1,608
- 3. 483
- 4. 1,043
- 5. 1,209

שאלה 59

מה צריך להיות מחזור ההכנסות כדי שהרווח התפעולי יהיה 350,000 ₪?

- 1. 812,972
- 2. 927,118
- 3. 897,127
- 4. 978,172
- 5. 987,721

נתונים לשאלות 60-61

ד"ר בוכהלטר רוצה להוציא לאור ספר חדש בתמחיר. סך העלויות הקבועות נאמד ב- 18,000 ₪. מחיר המכירה של הספר נאמד ב- 150 ₪. העלות המשתנה להדפסת ספר אחד היא 30 ₪. שיעור המס הוא 40%.

שאלה 60

מה צריך להיות מספר היחידות שנמכרות כדי שהרווח הנקי יהיה 120,000 ₪?

- 1. 1,817
- 2. 150
- 3. 1,000
- 4. 1,150
- 5. 1,667

שאלה 61

ד"ר בוכהלטר שוקל 2 הצעות לשיפור המכירות.

הצעה ראשונה:

לשכור סוכן מכירות תמורת תשלום חד פעמי בסך 20,000 ₪ בתוספת לעמלת מכירות בשיעור 6% מהמכירות. צפוי כי הכמות הנמכרת תגדל ב- 10%.

הצעה שנייה

להגדיל את הוצאות הפרסום ב- 30,000 ₪. צפוי כי הכמות הנמכרת תגדל ב- 15%.

- א. לא כדאי לעבור לאף אחת מההצעות החדשות;
- ב. כדאי לעבור להצעה השנייה אם הכמות גדולה מ- 629 יחידות;
- ג. ההצעה הראשונה אף פעם לא תתקבל;
- ד. כדאי לעבור להצעה הראשונה אם הכמות גדולה מ- 9,524
- ה. אם הכמות אינה עולה על 1,667 יחידות אז כדאי להשאר במצב הקיים.

אילו מהמשפטים לעיל הם נכונים?

1. ג, ה
2. א, ה
3. ד, ב
4. ג
5. ה

נתונים לשאלות 62-64

המלאי הפתיחה ליום 1.1.2008 הוא 0. חברת "הארגז" מייצרת 10,000 יחידות לשנה במחיר מכירה 40 ₪ ליחידה. להלן פרטים על העלויות המשתנות:

עלות יצור משתנה ליחידה 16 ₪
עמלת מכירה משתנה ליחידה 4 ₪

סך העלויות הקבועות ביצור הן 63,000 ₪.
סך העלויות הקבועות בהוצאות מכירה, הנהלה וכלליות הן 37,000 ₪.

שאלה 62

אם החברה מוכרת 10,000 יחידות מהו הרווח התפעולי בתמחיר ספיגה? בתמחיר תרומה?

1. 100,000
2. 200,000
3. 177,000
4. 137,000
5. 163,000

שאלה 63

החברה שוקלת את השינויים הבאים:

- מחיר המכירה יועלה ב- 10%.
- הכמות המיוצרת תהיה 9,000 יחידות.
- הכמות הנמכרת תהיה 8,000 יחידות.

מה יהיה הרווח התפעולי בתמחיר ספיגה?

1. 92,000
2. 94,000
3. 96,000
4. 99,000
5. אף אחת מהתשובות לעיל.

שאלה 64

החברה שוקלת את השינויים הבאים:

- מחיר המכירה יועלה ב- 10%.
- הכמות המיוצרת תהיה 9,000 יחידות.
- הכמות הנמכרת תהיה 8,000 יחידות.

מה יהיה הרווח התפעולי בתמחיר תרומה?

1. 92,000
2. 94,000
3. 96,000
4. 99,000
5. אף אחת מהתשובות לעיל.

נתונים לשאלות 65-69

העלויות הקבועות של חברת "הארגז" בשנים 2007 ו- 2008 היו כדלקמן:

2007	2008	
300,000	360,000	עלויות קבועות ביצור
220,000	200,000	עלויות מכירה קבועות
<u>350,000</u>	<u>320,000</u>	עלויות הנהלה קבועות
<u>870,000</u>	<u>880,000</u>	

העלויות המשתנות באותן שנים היו כדלקמן:

7 ₪	10 ₪	עלויות ליחידה ביצור
3 ₪	4 ₪	עלויות מכירה ליחידה
28 ₪	30 ₪	מחיר המכירה של יחידה
50,000 יח'י	?	מספר יחידות שיוצרו
10,000 יח'י	14,000 יח'י	מלאי ביחידות לסוף השנה

החברה מנהלת את המלאי בשיטת FIFO. המלאי שנשאר בסוף כל שנה הוא מהיצור השוטף באותה שנה.

שאלה 65

בשנת 2008 החברה יצרה 40,000 יחידות. מהו הרווח התפעולי של החברה בשיטת תמחיר תרומה?

1. (274,000)
2. 606,000
3. 246,000
4. (208,000)
5. אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 66

אם בשנת 2008 נמכרו 36,000 יחידות, מהו הרווח התפעולי של החברה בשנת 2008 בשיטת תמחיר ספיגה?

1. (274,000)
2. 606,000
3. 246,000
4. (208,000)
5. אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 67

אם מחיר המכירה ליחידה בשנת 2008 היה 40 ₪ ליחידה, מהי כמות היחידות שיש למכור בשנת 2008 כדי להיות בנקודת איזון לפי שיטת תמחיר תרומה?

1. 25,362
2. 35,000
3. 37,962
4. 32,692
5. אף אחת מהתשובות לעיל.

שאלה 68

החברה פועלת בתמחיר ספיגה.

אם מחיר המכירה ליחידה בשנת 2008 היה 40 ₪ ליחידה, מהי כמות היחידות שיש למכור בנקודת איזון בשנת 2008 בהנחה שהכמות שמיוצרת בשנת 2008 היא 45,000 יחידות?

1. 26,111
2. 21,666
3. 32,692
4. 26,116
5. אף אחת מהתשובות לעיל.

שאלה 69

החברה פועלת בתמחיר ספיגה.

אם מחיר המכירה ליחידה בשנת 2008 היה 40 ₪ ליחידה, ומספר היחידות שהחברה תייצר בשנת 2008 הוא 60,000, מה צריך להיות מספר היחידות שיימכר כדי שהרווח יהיה 100,000 ₪.

1. 25,500
2. 26,500
3. 27,500
4. 29,500
5. 34,500

שאלה 70

חברה מייצרת מוצר אחד בלבד. העלות המשתנה ליצור יחידה אחת היא 25 ₪, ומחיר המכירה לצרכן הוא 40 ₪ ליחידה. סוכני המכירה מקבלים עמלת מכירות בשיעור 3% ממחיר המכירה לצרכן.

סך העלויות הקבועות הוא 10,000 ₪ לחודש.

מספר היחידות שנמכר כעת בכל חודש הוא 35,000 יחידות.

מנהל השיווק מעריך שאם מחיר המכירה יועלה ב- 10% אז הכמות הנמכרת לצרכן תקטן ב- 12%. אם אכן יועלה מחיר המכירה ב- 10%, בכמה אחוזים יגדל (יקטן) הרווח התפעולי? (נא לעגל את התוצאה לעשירית האחוז.)

- א. 11.7%
- ב. 13%
- ג. 13.8%
- ד. (2%)
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 71

חברה מייצרת שני מוצרים.

מוצר Y	מוצר X	
20	30	עלות משתנה של יצור יחידה אחת
45	50	מחיר מכירה של יחידה אחת

על כל 2 מוצרים של X החברה מוכרת 3 מוצרים של Y.
סך ההוצאות הקבועות של החברה לשנה הוא 360,000 ש"ח.
שיעור המס הוא 29%.
הרווח התפעולי בספרים שווה להכנסה החייבת במס.
מה צריך להיות מחזור ההכנסות של החברה כדי שהרווח התפעולי לאחר מסים יהיה 142,000 ש"ח?

(נא לעגל לאלפי ₪.)

- א. 560 אלפי ₪
- ב. 736 אלפי ₪
- ג. 1,026 אלפי ₪
- ד. 1,144 אלפי ₪
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 72

חברת "לביא" מייצרת ספסלי ישיבה לבתי כנסת. עלות היצור של ספסל היא 65% ממחיר המכירה לצרכן. החברה משלמת כרגע לסוכני המכירה עמלת מכירות בשיעור 4%.

לקראת שנת הכספים 2008, סוכני המכירה דורשים תוספת לעמלת המכירות. לאחר משא ומתן ממושך הוסכם כי עמלת המכירות תעלה מ- 4% ל-5% ממחיר המכירה לצרכן.
בנוסף, הנהלת החברה החליטה על הגדלת איכות המוצר- דבר שיגדיל את עלויות היצור ב- 5%.
לא צפוי שינוי בעלויות הקבועות בשנת 2008.
בכמה אחוזים צריך להגדיל את הכמות הנמכרת כדי שהרווח התפעולי בשנת 2008 יהיה זהה לרווח התפעולי בשנת 2007?

- א. 3.33%
- ב. 10.24%
- ג. 25%
- ד. 15.88%
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

להלן נתונים לשאלות 73-75

חברת רוני בע"מ מייצרת שולחנות כתיבה ממתכת אצילה.
ההוצאות הקבועות של החברה לרבעון הן 80,000 ₪
ההוצאה המשתנה ליחידה היא 500 ₪
מחיר המכירה ליחידה 800 ₪

ברבעון הראשון של שנת 2007 החברה מכרה 533 יחידות

שאלה 73

רו"ח אבירם, חשב החברה, טוען שאם מחיר המכירה ליחידה יעלה ב- 15% והכמות הנמכרת תרד ב- 30% אז הרווח התפעולי יגדל.

- 1 לא נכון. הרווח התפעולי יירד.
- 2 זה נכון. אבל השינוי ברווח הוא פחות מ- 1000 ₪
- 3 זה נכון. הרווח התפעולי גדל.
- 4 לא נכון. הרווח התפעולי יישאר ללא שינוי
- 5 כל התשובות האחרות הן שגויות.

שאלה 74

אם העלות המשתנה ליחידה תעלה ב- 20% מה יהיה הרווח התפעולי?

- 1 26,600 ₪
- 2 63,920 ₪
- 3 47,920 ₪
- 4 79,900 ₪
- 5 25,400 ₪

שאלה 75

אם מחיר המכירה יעלה ב- 15% והכמות הנמכרת תקטן רק ב- 6% וההוצאות הקבועות יקטנו ב- 4% אז הרווח התפעולי יהיה.

- 1 86,296 ₪
- 2 79,900 ₪
- 3 26,600 ₪
- 4 133,628 ₪
- 5 159,900 ₪

שאלה 76

חברה מייצרת מוצר אחד בלבד. העלות המשתנה ליצור יחידה אחת היא 25 ₪, ומחיר המכירה לצרכן הוא 40 ₪ ליחידה. סוכני המכירה מקבלים עמלת מכירות בשיעור 3% ממחיר המכירה לצרכן.

סך העלויות הקבועות הוא 10,000 ₪ לחודש. מספר היחידות שנמכר כעת בכל חודש הוא 35,000 יחידות.

מנהל השיווק מעריך שאם מחיר המכירה יועלה ב- 10% אז הכמות הנמכרת לצרכן תקטן ב- 12%. אם אכן יועלה מחיר המכירה ב- 10%, בכמה אחוזים יגדל (יקטן) הרווח התפעולי? (נא לעגל את התוצאה לעשירית האחוז.)

- ו. 11.7%
- ז. 13%
- ח. 13.8%
- ט. (2%)
- י. כל התשובות לעיל אינן נכונות

נתונים לשאלות 77-78

חנות "הספר מסביליה" מוכרת ספרים באמצעות אתר אינטרנט בלבד. כל הספרים נמכרים באותו מחיר, 60 ש"ח לספר, למרות שהעלות לספר היא שונה. ספרים רבי מכר (סוג א') נרכשים בעלות 40 ש"ח לספר, וספרים אחרים (סוג ב') נרכשים בעלות 30 ש"ח לספר. העלויות הקבועות להפעלת האתר הן 60,000 ₪ לרבעון. בנוסף לכך, על החברה לשלם לבעל מנוע החיפוש (GOOGLE) עמלה בסך 60,000 ₪ לרבעון, כדי שייציב את שם אתר החברה בראש הרשימה. על החברה חל מס בשיעור של 36%.

שאלה 77

בהנחה כי כמות הספרים הנמכרת מסוג א' זהה לכמות הספרים הנמכרת מסוג ב', מהו מחזור המכירות לרבעון בש"ח, הדרוש על מנת להשיג רווח לאחר מס בגובה של 128,000 ₪ לרבעון?

- א. 12,800
- ב. 595,200
- ג. 384,000
- ד. 772,000
- ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה 78

הניחו עתה כי צוות העובדים באתר החברה מבקש לעבור לשיטת תגמול חדשה במסגרתה הוא יוותר על 36,000 ₪ לרבעון משכרו הקבוע ובתמורה יקבל עמלה בסך 5 ש"ח מכל ספר שיימכר. ההנהלה מעריכה כי בעקבות שינוי זה ישתנה תמהיל מחזור המכירות כך שהפדיון ממכירת הספרים מסוג ב' יהיה 60% מכלל מחזור המכירות. כמה ספרים מסוג ב' צריך למכור ברבעון כדי להשיג רווח רבעוני של 128,000 ₪ לאחר מס? (במידת הצורך, עגל תוצאה סופית לשקל הקרוב)

- א. 13,524
- ב. 8,114
- ג. 2,400
- ד. 6,762
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 79-81

חברת "פזית" בע"מ העוסקת בייצור מחבטי טניס הוקמה בשנת 2002. עלות המלאי מחושבת לפי שיטת FIFO (נרי"ר) בהתאם לכללי החשבונאות המקובלים (לפי תמחיר ספיגה).

להלן נתונים אודות פעילות החברה בשנת 2007.

<u>2007</u>	<u>נתונים על היצור בשנת 2007</u>
40,000	כמות שיוצרה (ביחידות)
280,000	עלויות משתנות לכמות שיוצרה (ש"ח)
	<u>עלות מלאי סגירה תוצרת גמורה:</u>
70,000	עלויות משתנות
<u>40,000</u>	עלויות קבועות
<u>110,000</u>	סך עלות מלאי סגירה

	<u>נתונים נוספים</u>
13	התרומה ליחידה
1,000,000	מכירות (ש"ח) בשנת 2007
100,000	הוצאות מכירה והנהלה קבועות (ש"ח) – בשנת 2007

נתונים נוספים:
 * עלות הייצור ליחידה וכן עלות קבועה ליחידה בשנת 2007 הייתה זהה לשנת 2006.
 * הוצאות מכירה והנהלה בחברה הן קבועות בלבד (אין משתנות).
 * התרומה ליחידה הינה מחיר המכירה בניכוי העלות המשתנה בלבד.

שאלה 79

מהו מחיר המכירה ליחידה בשנת 2007
 א. 25 ש"ח.
 ב. 20 ש"ח.
 ג. 13 ש"ח.
 ד. 10 ש"ח.
 ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 80

מהי כמות היחידות במלאי פתיחה תוצרת גמורה, נכון לתחילת שנת 2007
 א. 11,000 יחידות.
 ב. 20,000 יחידות.
 ג. 10,000 יחידות.
 ד. 0 יחידות.
 ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 81

בכמה שונה הרווח הטיפעולי לפי שיטת תמחיר תרומה מהרווח הטיפעולי לפי שיטת תמחיר ספיגה בשנת 2007?

- א. הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה גבוה מהרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה ב־ 40,000 ש"ח.
 ב. הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה גבוה מהרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה ב־ 70,000 ש"ח.
 ג. הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה זהה לרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה.
 ד. הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה נמוך מהרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה ב־ 10,000 ש"ח.
 ה. הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה נמוך מהרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה ב־ 40,000 ש"ח.

נתונים לשאלות 82-83

חברת "האחים קצב" הינה חברה יצרנית לייצור כסאות לבתי ספר. להלן נתונים מדוח רווח והפסד של החברה לשנת 2008 לפי תמחיר תרומה.

840,000	מכירות
	עלות המכר
	חומרים ישירים 120,000
	עבודה ישירה 300,000
	<u>עלויות עקיפות 105,000</u>
<u>525,000</u>	סה"כ עלות המכר
315,000	רווח גולמי
75,000	הוצאות מכירה ושיווק
<u>100,000</u>	הוצאות הנהלה וכלליות
<u>140,000</u>	רווח נקי

נתונים נוספים:

- * בשנת 2008 החברה מכרה 30,000 יחידות.
- * שיעור העלויות המשתנות מתוך העלויות העקיפות הוא 40%.
- * העלויות הקבועות בהוצאות מכירה ושיווק הינם 45,000 ש"ח.
- * שיעור העלויות המשתנות מתוך הוצאות הנהלה וכלליות הינו 12%.
- * לחברה היה פטור ממס הכנסה עד וכולל שנת 2008.

שאלה 82

חשבו את נקודת האיזון של החברה ביחידות (בהנחת תמחיר תרומה)?

- א. 14,741 יחידות.
- ב. 118,500 יחידות.
- ג. 18,300 יחידות.
- ד. 16,831 יחידות.
- ה. 17,500 יחידות.

שאלה 83

החל משנת 2009 על החברה חל מס בשיעור של 30%.

הניחו כי החברה רוצה לשמר את אותו רווח נקי שהשיגה בשנת 2008, וזאת בהיקף מכירות כמותי זהה להיקף בשנת 2008.

מהו מחיר המכירה ליחידה?

- א. 32 ש"ח ליחידה.
- ב. 28 ש"ח ליחידה.
- ג. 30 ש"ח ליחידה.
- ד. 31.5 ש"ח ליחידה.
- ה. 26.5 ש"ח ליחידה.

נתונים לשאלות 84-86

חברת "אבירם" בע"מ (להלן - "החברה") מפעילה חנות פטורה ממכס בשדה התעופה לוד. להלן נתונים על פעילות החברה:

1. מדיניות מחירי המכירה:

- 1.1 עלות הקניה מהספקים היא 62.5% ממחיר המכירה.
- 1.2 חלק מהפריטים מוצעים למכירה במבצע מיוחד במחיר של 50% ממחיר המכירה הרגיל. מוצרים אלה נקנים מהספקים בהנחה של 40% ממחיר הקניה הרגיל.
- 1.3 מחזור ההכנסות מן הפריטים שבמבצע המיוחד כאמור מהווה 40% מכלל מחזור המכירות של החנות.

2. עלויות הפעלה:

- 2.1 יש לשלם להנהלת שדה התעופה דמי זכיינות של 6% מהיקף ההכנסות מהמכירות.
- 2.2 בנוסף לכך, הוצאות הפעלה הקבועות (הכוללות גם את שכר עובדי החנות) צפויות להסתכם בכ- 1,200,000 אירו לחודש.

3. נתונים נוספים:

- 3.1 היקף הגניבות מהחנות הינו 2.5% ממחזור המכירות.
- 3.2 שיעור המס החל על פעילות החנות הינו 25%

שאלה 84

מהו מחזור ההכנסות לחודש של החברה בנקודת איזון?

- א. 3,200 אלפי אירו
- ב. 5,000 אלפי אירו
- ג. 4,138 אלפי אירו
- ד. 4,800 אלפי אירו
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 85

נניח כי מחזור ההכנסות הינו 7,000 אלפי אירו לחודש.

בכמה אחוזים צריך מחזור המכירות לגדול כדי שהרווח הנקי לאחר מס יגדל ב- 10%?

- א. 2.8571%
- ב. 3.3333%
- ג. 4.0000%
- ד. 4.2156%
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 86

הנהלת חברת "אבירם" שוקלת מבצע לעידוד המכירות. במסגרת המבצע ימכרו חלק מהמוצרים הרגילים (אלה שלא נמכרים בהנחה של 50%) בתנאים של 3+1 (קנה 3 מוצרים זהים וקבל מוצר רביעי חינם).

המבצע ימשך רק חודש ימים.

התחזית היא שהתפלגות מחזור ההכנסות בחנות לאחר הנהגת השינוי כאמור תהיה כדלקמן: 40% בתנאי מבצע מיוחד (50% הנחה); 30% בתנאי מבצע של 3+1; 30% מכירות רגילות.

מה יהיה עתה מחזור המכירות הנדרש כדי שלא להפסיד? (עגלו תשובתכם לאלף האירו הקרוב)

- א. 5,517 אלפי אירו.
- ב. 5,926 אלפי אירו.
- ג. 6,333 אלפי אירו.
- ד. 6,400 אלפי אירו.
- ה. 6,761 אלפי אירו.

פרק 2: תכנון ליניארי

נושאי השיעור

- מהי בעיה ליניארית?
- התרומה של המקורות הכלכליים לכל אחד מהמוצרים
- מחיר הצל
- הבעיה הדואלית
- ניסוח כללי של הבעיה הפרימלית והדואלית

מהי בעיה ליניארית?

בעיה בתכנון ליניארי היא בעיה של מקסימיזציה של פונקציית מטרה ליניארית תחת מגבלות ליניאריות מסוג \leq . לדוגמא, הבעיה הבאה אינה בעיה ליניארית.

$$\text{MAX } x$$

s.t.

$$x < 1$$

דוגמא לבעיה ליניארית: בעיית הנגר

נגר מייצר שולחנות X_1 וכסאות X_2 . התרומה לרווח של שולחן הוא 5 ש"ח. התרומה לרווח של כסא הוא 3 ש"ח. כל שולחן דורש 2 שעות עבודה ישירה ויחידת חומרים אחת. כל כסא דורש 1 שעת עבודה ו-2 יחידות חומרים. סך שעות העבודה הישירות שיש לנגר הוא 40 שעות. סך יחידות החומרים שיש לנגר הוא 50. ניתן לנסח את בעיית הנגר כך:

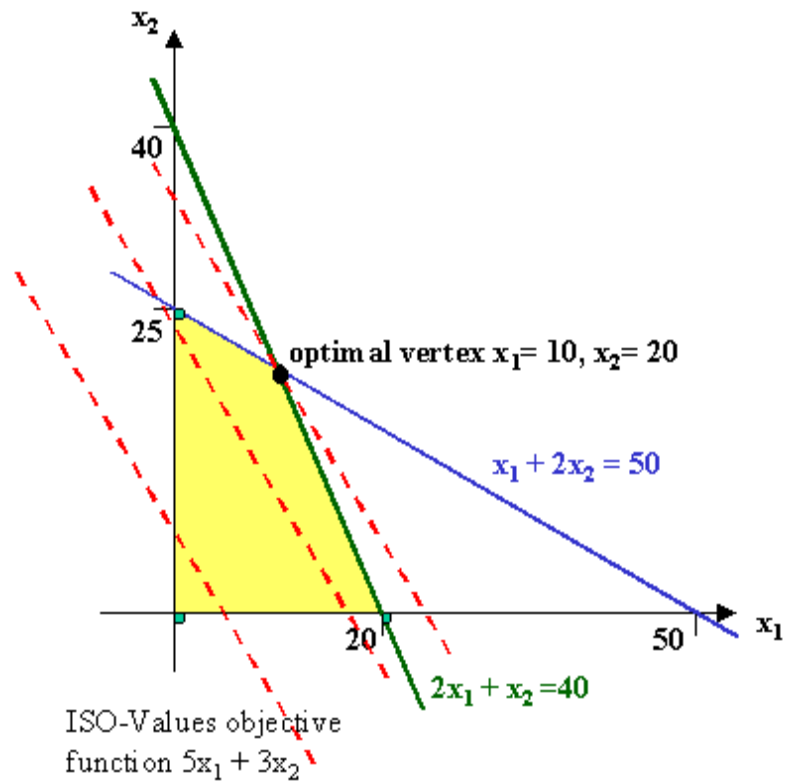
$$\text{Max } 5X_1 + 3X_2$$

s.t.

$$2X_1 + X_2 \leq 40 \text{ מגבלת שעות עבודה}$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 50 \text{ מגבלת יחידות חומרים}$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$



התרומה של המקורות הכלכליים לכל אחד מהמוצרים:

<u>כסא</u> X_2	<u>שולחן</u> X_1	
$3/1=3.00$	$5/2=2.50$	תרומה לשעת עבודה
$3/2=1.50$	$5/1=5.00$	תרומה ליחידת חומרים

לכן,

- באזור בו המגבלה הרלוונטית היא מגבלת שעות עבודה, עדיף לייצר יותר כסאות;
- באזור בו המגבלה הרלוונטית היא מגבלת חומרים, עדיף לייצר יותר שולחנות.

כתוצאה מכך, הפתרון האופטימלי הוא המפגש בין האזורים. דהיינו $X_1 = 10, X_2 = 20$

התרומה המקסימלית היא $5X_1 + 3X_2 = 5 \cdot 10 + 3 \cdot 20 = 110$.

מחיר הצל

"מחיר הצל" של שעת העבודה הוא הגידול בתרומה האופטימלית כתוצאה משעת עבודה נוספת. לדוגמא, מהי התרומה של שעת עבודה נוספת? אם נציב את אותה בעיה עם מספר שעות עבודה 41 (במקום 40), נקבל את הבעיה הבאה:

$$\text{Max } 5X_1 + 3X_2$$

s.t.

$$2X_1 + X_2 \leq 41 \text{ מגבלת שעות עבודה}$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 50 \text{ מגבלת יחידות חומרים}$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

הפתרון האופטימלי יתקבל בנקודת החיתוך של שתי המגבלות:

$$X_1 = \frac{32}{3} = 10\frac{2}{3}, \quad X_2 = \frac{59}{3} = 19\frac{2}{3}$$

$$\text{לכן, התרומה האופטימלית היא } .5 \cdot \frac{32}{3} + 3 \cdot \frac{59}{3} = 53\frac{1}{3} + 59 = 112\frac{1}{3}$$

במילים אחרות, מחיר הצל של שעת עבודה הוא $2\frac{1}{3}$ ש"ח.

ניח שהנגר יכול לקחת עובד שכיר ולשלם לו 2 ש"ח לשעה. האם כדאי? התשובה כן, התרומה השולית של שעת עבודה נוספת עולה על העלות השולית. דהיינו, $2\frac{1}{3} > 2$ ש"ח.

באופן דומה, מחיר הצל של יחידת חומרים הוא $\frac{1}{3}$ ש"ח.

הבעיה הדואלית

הבן של הנגר מודאג מזה שאביו עובד קשה מידי. הוא רוצה להעסיק את האבא בעבודה קלה. כמה יצטרך הבן לשלם לאביו עבור שעות העבודה ועבור יחידות החומרים כדי שלאבא לא יהיה כדאי לעבוד?

ניתן לנסח את בעיית הבן כך: הוא מעוניין להביא למינימום את התשלום לאביו, אבל הוא יצטרך לשלם עבור שעות העבודה ועבור יחידות החומרים שנדרשים ליצור של שולחן אחד לפחות את התרומה ממכירת שולחן. באופן דומה, הוא יצטרך לשלם עבור שעות העבודה ועבור יחידות החומרים שנדרשים ליצור של כסא אחד לפחות את התרומה ממכירת כסא. במילים אחרות, כדי שלא יהיה לאבא כדאי לייצר שולחנות וכסאות, צריך לשלם לו עבור גורמי היצור כך שלא יהיה לו כדאי לייצר שולחן או כסא.

נסמן ב- Y_1 את מחיר הצל של שעת עבודה, וב- Y_2 את מחיר הצל של יחידת חומרים.

ניתן לנסח, במילים, את בעיית הבן: מינימום עלות כוללת של רכישת שעות העבודה ויחידות החומרים, תחת המגבלה שהתמורה ממכירת שעות העבודה ויחידות החומרים שנדרשים לייצר כל אחד מהמוצרים גבוהה (או שווה) לתרומה של אותו מוצר.

במונחים מתמטיים, בעיית הבן היא:

$$\text{Min } 40Y_1 + 50Y_2$$

s.t.

$$2Y_1 + Y_2 \geq 5$$

$$Y_1 + 2Y_2 \geq 3$$

$$Y_1 \geq 0, Y_2 \geq 0$$

מה עדיף לעשות לאורך המגבלה הראשונה?

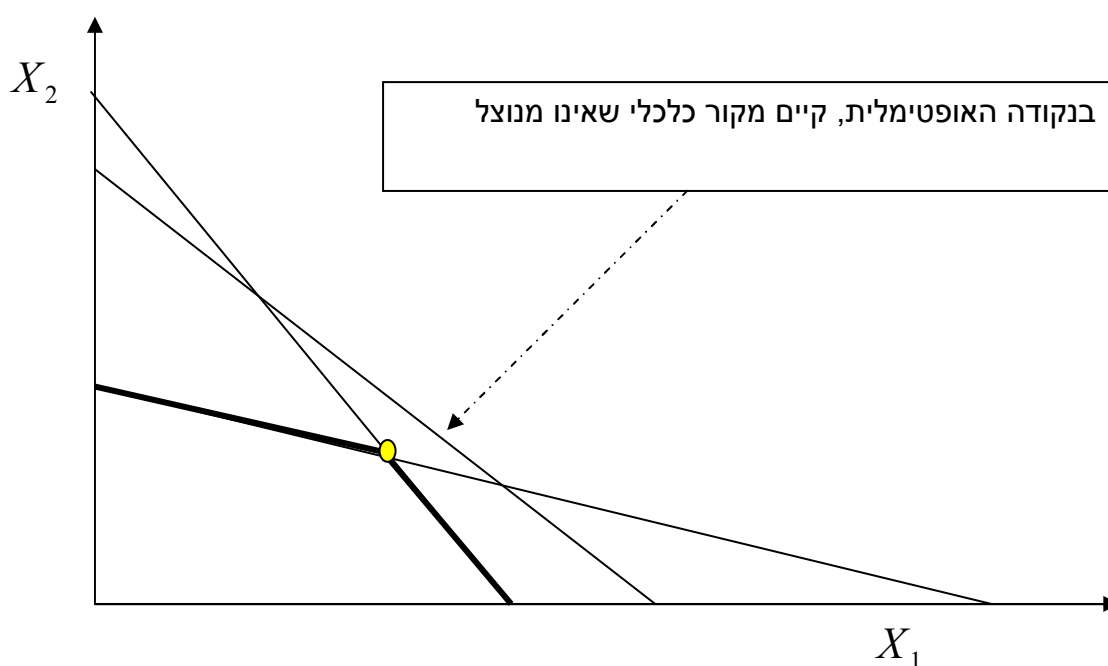
נניח כי התרומה של האבא מיצור שולחן היא 6 שקלים (במקום 5). במילים אחרות, במגבלה הראשונה נקבל $2Y_1 + Y_2 \geq 6$. כדי לעמוד במגבלה באמצעות הגדלת Y_1 , הבן יאלץ להגדיל את Y_1 בסך 0.5 ש. כתוצאה מכך, העלות הכוללת של רכישת שעות העבודה מהאבא תגדל בסך $20 = 0.5 * 40$ ש. לעומת זאת, כדי לעמוד במגבלה באמצעות הגדלת Y_2 , הבן יאלץ להגדיל את Y_2 בסך 1 ש. כתוצאה מכך, העלות הכוללת של רכישת יחידות החומרים מהאבא תגדל בסך $50 = 1 * 50$ ש. לכן, לאורך המגבלה הראשונה, עדיף להגדיל את Y_1 ולהקטין את Y_2 . במילים אחרות, נחשב את היחסים הבאים: $20 = 40/2$ עבור Y_1 ; $50 = 50/1$ עבור Y_2 . כיוון ש- $50 > 20$, עדיף להגדיל את Y_1 ולהקטין את Y_2 .

מה עדיף לעשות לאורך המגבלה השנייה?

נחשב את היחסים הבאים: $40 = 40/1$ עבור Y_1 ; $25 = 50/2$ עבור Y_2 . כיוון ש- $40 > 25$, עדיף להגדיל את Y_2 ולהקטין את Y_1 . לכן, הפתרון האופטימלי הוא בנקודת החיתוך של 2 המגבלות. נקבל כי $Y_1 = \frac{7}{3}$, $Y_2 = \frac{1}{3}$, והתשלום לאבא הוא 110 ש"ח.

מדוע אם כן יש צורך בפתרון הבעיה הדואלית?

לא חייבים לפתור את הבעיה הדואלית. ניתן לחשב את מחירי הצל באופן ישיר מפתרון חוזר של הבעיה הפרימלית כאשר מגדילים את המקור הכלכלי. היתרון שקיים בפתרון הבעיה הדואלית הוא שפתרון הבעיה הדואלית נותן ישירות את מחירי הצל. מפתרון הבעיה של הבן, אני יודע שאם מספר שעות העבודה יגדל ב-1 אז התרומה תגדל ב-2.33 ש"ח, ואם מספר יחידות החומרים יגדל ב-1, התרומה תגדל ב-0.33 ש"ח. אם מחיר הצל של מגבלה מסויימת הוא 0 משמעות הדבר שיש עודף מאותו מקור כלכלי. הוא לא מנוצל במלואו.



הערה:

יש להזהר משימוש במחירי הצל שמתקבלים מפתרון הבעיה הדואלית. השימוש במחירי הצל הינו נכון עבור שינויים קטנים בלבד. במקרה של שינוי משמעותי ייתכן כי מגבלות השוק יופרו, או ייתכן כי האופטימום כבר לא מתקבל בחיתוך המגבלות. לכן, עבור שינויים משמעותיים במקורות הכלכליים יש לפתור מחדש את הבעיה הפרימלית.

בעיה פרימלית

$$\text{Max } P_1X_1 + P_2X_2$$

s.t.

$$h_1X_1 + h_2X_2 \leq H \quad \text{מגבלת שעות עבודה}$$

$$m_1X_1 + m_2X_2 \leq M \quad \text{מגבלת יחידות חומרים}$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

בעיה דואלית

$$\text{Min } HY_1 + MY_2$$

s.t.

$$h_1Y_1 + m_1Y_2 \geq P_1$$

$$h_2Y_1 + m_2Y_2 \geq P_2$$

$$Y_1 \geq 0, Y_2 \geq 0$$

- בעיה מקסימום הופכת לבעיית מינימום
- כיוון המגבלות מתהפך, וכן, יש החלפה של השורות בעמודות
- המגבלות מתחלפות עם המחירים בפונקציית המטרה

תרגילים

שאלה 1

חברת אורנים בע"מ מייצרת 2 מוצרים. מוצר X ומוצר Y. להלן נתונים על המוצרים:

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
20	30	מחיר מכירה ליחידה
<u>14</u>	<u>10</u>	עלות משתנה ליחידה
6	20	תרומה ליחידה
<hr/>		
2	8	מספר דקות מכונה ליחידה
10	3	מספר דקות עבודת אדם ליחידה

נתונים על מגבלות שוק ומגבלות תשומות יצור:

<u>יחידות Y</u>	<u>יחידות X</u>	
30,000	25,000	ביקוש חודשי מקסימלי
	2,100	שעות מכונה לחודש
	2,400	שעות אדם לחודש

נדרש:

- צייר את המגבלות במישור של X, Y
- 1
 - 2 בנקודת האופטימום (מקסום רווח) מה יהיה מספר יחידות X, Y
 - 3 בכמה יגדל הרווח התפעולי אם יתווספו 100 שעות מכונה?
 - 4 מה מחיר הצל של שעת מכונה?

שאלה 2

חברת אורנים בע"מ מייצרת 2 מוצרים. מוצר X ומוצר Y. להלן נתונים על המוצרים:

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
27	30	מחיר מכירה ליחידה
<u>14</u>	<u>10</u>	עלות משתנה ליחידה
13	20	תרומה ליחידה
<hr/>		
4	6	מספר דקות מכונה ליחידה
6	5	מספר דקות עבודת אדם ליחידה

נתונים על מגבלות שוק ומגבלות תשומות יצור:

<u>יחידות Y</u>	<u>יחידות X</u>	
12,000	13,000	ביקוש חודשי מקסימלי
	1,440	שעות מכונה לחודש
	1,500	שעות אדם לחודש

נדרש:

- 1 צייר את המגבלות במישור של X, Y
- 2 בנקודת האופטימום (מקסום רווח) מה יהיה מספר יחידות X, Y ומהו הרווח?
- 3 בכמה יגדל הרווח התפעולי אם יתווספו 100 שעות מכונה?
- 4 מהו מחיר הצל של שעת מכונה?

שאלה 3

חברת מיכל הינה יצרנית של שני מוצרים. להלן פרטים נוספים.

מוצר W

מחיר המכירה לצרכן של מוצר זה הוא 60 ₪ ליחידה אחת. העלות המשתנה ליחידה היא 25 ₪. כדי ליצור יחידה אחת של מוצר W, יש להשתמש ב- 15 דקות "זמן מכונה". בהתאם לנתח השוק של החברה, מספר היחידות המקסימלי שהחברה יכולה למכור בחודש הוא 2,500 יחידות.

מוצר Z

מחיר המכירה לצרכן של מוצר זה הוא 50 ₪ ליחידה אחת. העלות המשתנה ליחידה היא 20 ₪. כדי ליצור יחידה אחת של מוצר Z, יש להשתמש ב- 10 דקות "זמן מכונה". בהתאם לנתח השוק של החברה, מספר היחידות המקסימלי שהחברה יכולה למכור בחודש הוא 3,000 יחידות.

הוצאות קבועות

לחברת מיכל יש הוצאות קבועות בסך 120,000 ₪ לחודש.

זמן מכונה

לרשות החברה 36,000 דקות זמן מכונה בחודש.

נדרש: יש לענות על כל אחת מהשאלות הבאות בנפרד (5 נקודות לכל סעיף)

- ד. כמה יחידות כדאי לחברה לייצר בכל חודש מכל אחד מהמוצרים?
- ה. בהנחה כי החברה מוכרת 2 מוצרים של W על כל מוצר אחד של Z, מהי נקודת האיזון במונחים של מחזור מכירות בשקלים?
- ו. נניח כי העלות הקבועה עלתה מ- 120,000 ₪ ל- 160,000 ₪. כיצד זה משפיע על כל אחת מתשובותיך לשאלות לעיל (שאלות א' ו- ב')?

שאלה 4

חברת "שמרית" בע"מ מייצרת שני מוצרים X ו- Y. להלן פרטים על המוצרים:

<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
40 ש"ח	35 ש"ח	מחיר ליחידה
25 ש"ח	13 ש"ח	עלות ייצור משתנה ליחידה אחת

סך עלויות קבועות של החברה 177,000 ש"ח לשנה.

חלק א - 10% (ללא התייחסות לחלק ב)

3. בהנחה שמתוך כל 3 יחידות שנמכרות, 2 יחידות הן של מוצר X ו- 1 יחידה של מוצר Y, כמה יחידות של X וכמה יחידות של Y נמכרות בנקודת האיזון?
4. מהו הרווח שצפוי לחברה אם סך מחזור המכירות יהיה 1,650,000 ₪.

חלק ב' – 10% (בהתעלם מחלק א)

- הביקוש למוצר X אינו עולה על 20,000 יחידות בשנה;
- הביקוש למוצר Y אינו עולה על 18,000 יחידות בשנה;
- לחברה מכונה אחת ליצור X ו-Y. כל יחידה של מוצר X דורשת 11 דקות עבודה. כל יחידה של מוצר Y דורשת 5 דקות עבודה. מספר שעות המכונה של המכונה בשנה הינו 2,200 שעות.

מהו הרווח התפעולי המקסימלי ?

שאלה 5

קונדיטור מייצר 2 סוגי עוגות: עוגת שוקולד ועוגת אגוזים:

עוגת אגוזים Y	עוגת שוקולד X	
20	15	זמן עבודה ישיר (דקות)
30	45	זמן בתנור (דקות)
12	10	תרומה ליחידה

מגבלת זמן עבודה 180 שעות
מגבלת זמן תנור 400 שעות

הביקוש המקסימלי לעוגת שוקולד הוא 500 יחידות.
הביקוש המקסימלי לעוגת אגוזים הוא 400 יחידות.

- נסח את הבעיה הפרימלית.
- כמה יחידות של עוגת שוקולד ועוגת אגוזים ייוצרו?
- נסח את הבעיה הדואלית.
- מה מחיר הצל של עבודה? של תנור?
- אם יוסיפו 10 שעות עבודת ישירה, בכמה תגדל התרומה?
- שכר העבודה הישירה לעובד חדש נוסף הוא כ- 25 שקלים לשעה. האם כדאי להוסיפו?
- תנור חדש יכול לספק עוד 300 שעות לתקופה ועלותו התקופתית היא 500 ₪. האם כדאי לרכוש את התנור החדש?

שאלה 6

מפעל לצעצועים מייצר משאיות ואופנועים.
את הצעצועים מייצרים שני פועלים – אחד יוצק את החלקים והשני מרכיב אותם. אנחנו נניח שיש מלאי של חלקים יצוקים, ולכן העבודה שלהם בלתי תלויה, הפועל השני יכול להתחיל לעבוד גם אם הפועל הראשון לא יוצק חלקים.
כל פועל עובד לכל היותר 900 דקות ביום.
יציקת חלקי משאית דורשת 4 דקות, ואילו יציקת חלקי אופנוע דורשת דקה 1.
הרכבת משאית דורשת 2 דקות, ואילו הרכבת אופנוע דורשת 3 דקות.
הרווח על משאית הוא 2 ₪ והרווח על אופנוע הוא 1 ₪ בלבד.

נדרש

- א. נסח את הבעיה הפרימלית.
- ב. נסח את הבעיה הדואלית.
- ג. מהו מחיר הצל של שעת עבודה של פועל יציקה? של פועל הרכבה?
- ד. בהנחה כי החברה מוכנה לשלם לכל פועל 50% ממחיר הצל שלו, מהו הסכום המקסימלי לתשלום לשעת שכר עבודה לפועל יציקה? לפועל הרכבה?

שאלה 7

יצרן תערובת מזון לעופות מייצר תערובת המורכבת מסויה וחייר.
מחיר המכירה של 1 ק"ג תערובת הוא 10 ₪.
עלות יצור ק"ג סויה היא 5 ש"ח, עלות יצור ק"ג חייר היא 3 ש"ח.
החברה התחייבה לספק ללקוח לפחות 5 ק"ג מהתערובת. כדי לעמוד בתקן, היחס בין חייר לסויה אינו יכול לעלות על $\frac{3}{4}$.
לרשות החברה 18 שעות עבודה. לייצור ק"ג סויה דרושות 3 שעות ולייצור ק"ג חייר דרושות 2 שעות.

נדרש:

- א. נסח את הבעיה.
- ב. פתור באופן גרפי.
- ג. מהו מחיר הצל של שעות עבודה?

נתונים לשאלות 8-9

חברה מסוגלת לייצר שני מוצרים: A ו- B .
להלן נתונים לגבי המוצרים:

<u>B</u>	<u>A</u>	
2,000	1,600	מחיר מכירה ליח' בש"ח
(1,350)	(1,120)	עלות משתנה ליח' בש"ח
<hr/>	<hr/>	
750	480	תרומה ליח' בש"ח
====	====	

לחברה הוצאות קבועות בסך 50,000 ש"ח.
תהליך הייצור מתבצע בשתי מחלקות: מחלקה א' ומחלקה ב'.

להלן נתוני הייצור:

שעות דרושות בייצור מוצר		קיבולת שעות ביום	מחלקה
<u>B</u>	<u>A</u>		
10	4	1,200	א'
1	2	240	ב'

עקב בעיות לוגיסטיות לא ניתן לייצר יותר מ- 220 יחידות B ליום.

שאלה 8

צירוף הייצור האופטימלי הוא:

- 120 יחידות B ו- 0 יחידות A .
- 120 יחידות A ו- 0 יחידות B .
- 50 יחידות B ו- 75 יחידות A .
- 90 יחידות B ו- 75 יחידות A .

שאלה 9

הרווח המקסימלי שיתקבל הוא:

1. 49,450 ש"ח
2. 7,600 ש"ח
3. 40,000 ש"ח
4. 53,500 ש"ח

להלן נתונים לשאלות 10-11

דני, יואב, ויותם מעוניינים לבצע משלוחים של פיצות באזור מגוריהם במהלך החופש הגדול. בכסף שהם יקבלו הם רוצים לרכוש במשותף כרטיס טיסה לאילת וקורס צלילה. כיוון שדני מנסה יותר ויש לו אופניים סוכם עם בעל הפיצרייה שהוא

למשלוח	7 ₪	יקבל
למשלוח	8 ₪	יואב מחליק על גלגליות (אלוף הארץ...) ולכן סוכם שהוא יקבל
למשלוח	15 ₪	יותם הוא הבן של בעל הפיצרייה (אבל הולך ברגל...) מקבל

הזמן הממוצע למשלוח של דני הינו 15 דקות

הזמן הממוצע למשלוח של יואב הינו 30 דקות

הזמן הממוצע למשלוח של יותם הינו 45 דקות

מגבלות:

- דני יואב ויותם יכולים לבצע יחד מקסימום 24 משלוחים.
- שלושתם יחד לא יכולים לעבוד מעל 720 דקות.

נסמן ב- x את מספר המשלוחים שיבצע דני;

y - מספר המשלוחים שיבצע יואב;

z - מספר המשלוחים שיבצע יותם.

a - מחיר הצל של משלוח

b - מחיר הצל של דקה

הבעיה הפרימאלית הינה מה מספר המשלוחים שיבצע כל אחד מהם כדי להביא את הרווח הכולל שלהם למקסימום.

שאלה 10

מהי פונקציית המטרה של הבעיה הפרימאלית?

1. $Max \ 15x + 30y + 45z$

2. $Min \ 7x + 8y + 15z$

3. $Max \ 7x + 8y + 15z$

4. $Max \ x + y + z$

5. $Min \ 24a + 720b$

שאלה 11

מהי פונקציית המטרה של הבעיה הדואלית?

1. $Max \ 7x + 8y + 15z$

2. $Min \ 24a + 720b$

3. $Max \ 7a + 8b + 15z$

4. $Max \ 24b + 720a$

5. $Min \ 7x + 8y + 15z$

שאלה 12

לצורך ביצוע פרוייקט חברה זקוקה למימון בסך 5 מיליון ₪ לפחות.
בפני החברה עומדים שלושה מקורות מימון אפשריים:

1. מימון באמצעות הלוואה מבנק;
2. מימון באמצעות אשראי ממשלתי.
3. מימון באמצעות הון עצמי.

שיעור הריבית על הלוואה בנקאית הוא 8% לשנה. הבנק אינו מוכן לתת לחברה אשראי העולה על 3.2 מיליון ₪.

שיעור הריבית על האשראי הממשלתי הוא 5% לשנה. הממשלה מתנה את קבלת האשראי הממשלתי בכך שלא יעלה על 80% מהאשראי מהבנק.

בעלי המניות אינם ששים לממן את החברה ע"י הון עצמי יעשו זאת רק במקרה של חוסר ברירה.

- א. נא להציג ניסוח פורמלי של הבעיה תוך שימוש בסמלים הבאים:
- x סך האשראי הממשלתי;
 y סך האשראי הבנקאי;
 z סך השקעת בעלים בהון עצמי

ב. מה סכומי ההלוואה שתיקח החברה מכל מקור מימון על מנת למזער את הוצאות המימון?

נתונים לשאלות 13-15

יצרן אופנים מיצר 2 סוגי אופניים: אופני מרוץ ואופני הרים. לאחר יצור האופנים כל זוג אופנים עובר בדיקת איכות ע"י מהנדס איכות.

אופני הרים Y	אופני מרוץ X	
25	50	זמן יצור (דקות)
5	10	זמן מהנדס איכות (דקות)
400 ש"ח	600 ש"ח	תרומה ליחידה

לחברה יש 4 עובדי יצור שעובדים במקביל. כל אחד מהעובדים עובד 45 שעות בשבוע. מהנדס האיכות עובד 40 שעות בשבוע.

הביקוש השבועי המקסימאלי הוא ל- 400 יחידות של אופני הרים. הביקוש השבועי המקסימאלי לאופני מרוץ הינו 1,000 יחידות לשבוע.

שאלה 13

בהינתן המגבלות ומטרת החברה למקסם את הרווח התפעולי, כמה תייצר החברה בכל שבוע מכל אחד מסוגי האופניים?

- א. 0 יחידות של אופני הרים ו- 216 יחידות של אופני מרוץ
- ב. 432 יחידות של אופני הרים ו- 0 יחידות של אופני מרוץ
- ג. 300 יחידות של אופני הרים ו- 66 יחידות של אופני מרוץ
- ד. 400 יחידות של אופני הרים ו- 16 יחידות של אופני מרוץ
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 14

- החברה שוקלת העסקת מהנדס איכות נוסף, זהה למהנדס של החברה. הועלו מספר טענות, בחר את הטענה הנכונה
- כדאי להעסיק מהנדס נוסף בשכר של עד 80 ₪ לשעה (1.333 ₪ לדקה).
 - כדאי להעסיק מהנדס נוסף בהיקף של עד 9 שעות בשבוע.
 - כדאי להעסיקו בהיקף של עד 9 שעות בשבוע ובשכר של עד 80 ₪ לשעה.
 - לא כדאי להעסיק מהנדס נוסף.
 - כדאי להעסיק מהנדס נוסף אך בתנאי שכר והיקף העסקה שונים מהמפורט לעיל.

שאלה 15

- החברה יכולה לרכוש שטח פרסום חוצות בעלות 3,200 ₪ לשבוע, ולפרסם בו את אופני ההרים. כתוצאה מכך צפוי הביקוש השבועי המקסימאלי לאופני הרים לגדול ל-450 יחידות. האם הפרסום כדאי?
- החברה אדישה בקשר לפרסום.
 - כן, כי הגידול בתרומה גבוה מעלות הפרסום.
 - לא, כי צירוף הייצור האופטימאלי לא ישתנה בעקבות הפרסום.
 - כדי לענות על השאלה יש לחשב את מחיר הצל של הפרסום ולהשוותו ל-3,200 ₪.
 - שתיים מהתשובות לעיל נכונות.

נתונים לשאלות 16-18

מפעל לתכשיטים "אזיקון" מייצר שני סוגי טבעות: אירוסין- X ונישואין- Y. בעזרת שני סוגי עבודה בלבד: צורף מתחיל וצורף אומן כדלקמן (הנח שהעלויות האחרות זניחות):

סה"כ במפעל בשנה	Y	X	
מחיר מכירה בש"ח	1,600	1,250	
שעות מתחיל ליחידה	6	3	6,000 שעות בעלות 50 ₪ לשעה
שעות אומן ליחידה	1	2	3,000 שעות בעלות 100 ₪ לשעה

המפעל רוצה לקבוע מהו צירוף המוצרים שמביא את רווחיו למקסימום.

שאלה 16

- ערך פונקציית המטרה של הבעיה הדואלית בנקודה האופטימלית...
- זהה לערך פונקציית המטרה של הבעיה הפרימלית.
 - הנו 140,000 ₪
 - מתקבל עבור $X=333.33$ יחידות.
 - אמנם ניתן להציג את הבעיה הדואלית אך לא ניתן לפתור אותה.
 - שתיים מהתשובות האחרות נכונות.

שאלה 17

- מחיר הצל של טבעת אירוסין...
- נמוך ממחיר הצל של טבעת נישואין.
 - הנו 166.67 ₪.
 - הנו 900 ₪.
 - ניתן לחישוב בעזרת פתרון הבעיה הדואלית.
 - אין משמעות למשפט: "מחיר הצל של טבעת האירוסין".

שאלה 18

- לפניך ארבעה משפטים המתייחסים לפתרון הבעיה הדואלית:
- פונקציית המטרה של הבעיה הדואלית הנה פונקציית מינימום.
 - בפונקציית המטרה של הבעיה הדואלית יופיעו המספרים הבאים בלבד: 6,000 ו- 3,000.
 - באילו ציפים של הבעיה הדואלית יופיעו מספרים המופיעים בפונקציית המטרה של הבעיה הפרימלית.
 - האילו ציפים של הבעיה הדואלית מבטאים את מגבלות שעות עבודת הצורפים.

מספר המשפטים הנכונים הנו:

- א. אפס
- ב. אחד
- ג. שניים
- ד. שלושה
- ה. ארבעה

נתונים לשאלות 19-21

- חברת דורון ובניו עוסקת בייצור מערכות מיגון לבית ולרכב. מערכת המיגון לבית (X) נמכרת ב- 2,300 ₪ ומערכת המיגון לרכב (Y) נמכרת ב- 1,600 ₪. לצורך התקנת מערכת המיגון הביתית (X) נדרשים שני עובדים: בוני - 3 שעות בשכר 100 ₪ לשעה; וקלייד - 4 שעות בשכר 80 ₪ לשעה. לצורך התקנת מערכת מיגון לרכב (Y) נדרש בוני לעבוד שעה וקלייד - שעתיים. החברה מחוייבת מול חברת הביטוח א. להתקין לפחות 10 מערכות מיגון לבית בחודש; ב. על כל יחידת מיגון לבית עליה להתקין לפחות יחידת מיגון אחת לרכב. כמו כן ידוע כי בוני יכול לעבוד עד 140 שעות בחודש. עלויות העבודה הן עלויות משתנות. בוני וקלייד מקבלים שכר לפי שעות העבודה בפועל.

שאלה 19

- מהי פונקציית המטרה של החברה -
- א. $\max \{2300x+1600y\}$
 - ב. $\min \{2300x+1600y\}$
 - ג. $\max \{1680x+1340y\}$
 - ד. $\min \{300x+320y\}$
 - ה. אף תשובה אינה נכונה

שאלה 20

- בנתונים הנוכחיים הרווח המקסימלי יהיה -
- א. 110,518
 - ב. 98,550
 - ג. 128,332
 - ד. 105,700
 - ה. אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 21

- נגדיר אילוף על משאב כלכלי (לדוגמא- שעות מכונה) כ- "אילוף הדוק" אם בנקודת האופטימום כל המקור הכלכלי (לדוגמא- שעות מכונה) מנוצל. איזה מבין ההיגדים הבאים הוא הנכון ביותר:
- א. ישנם מקרים שבהם מחיר הצל של האילוצים ההדוקים יהיה שונה מאפס.
 - ב. מחירי הצל של האילוצים בבעיה הפרימאלית הם הפתרון של הבעיה הדואלית.
 - ג. מחיר הצל של הבעיה הפרימאלית הוא מחיר הצל של הבעיה הדואלית.
 - ד. אם אילוף על שעות מכונה הוא אילוף הדוק, אז מחיר הצל של שעת מכונה הוא אפס.
 - ה. אם אילוף על שעות מכונה הוא אילוף הדוק, אז מחיר הצל של שעת עבודה הוא חיובי.

נתונים לשאלות 22-23

חברת "עונות" מייצרת שני סלי מוצרים; בכל סל המוצרים מיוצרים ונמכרים ביחסים קבועים.

להלן נתונים על סל 1:

מוצר	A	B	C
מספר יחידות בסל	6	14	20
מחיר מכירה ליחידה	8	11	13
עלות משתנה ליחידה	6	7	8
שעות מכונה נדרשות ליחידה	7	7	3

להלן נתונים על סל 2:

מוצר	D	E	F
מספר יחידות בסל	4	12	14
מחיר מכירה ליחידה	11	13	15
עלות משתנה ליחידה	5	10	13
שעות מכונה נדרשות ליחידה	2	3	4

נתונים נוספים:

העלויות הקבועות לשנת 2008 מסתכמות ב- 200,000 ש"ח. שיעור המס החל על החברה בשנת 2008 הינו 35%.

שאלה 22

- הניחו כי בשנת 2008 מכרה החברה 5,000 סלים מסוג 1. כמה סלים מסוג 2 היה על החברה למכור על מנת להגיע לרווח נקי (אחרי מס) של 816,400 ש"ח בשנת 2008? (עגלו תשובתכם במידת הצורך).
- א. 7,000 סלים.
 - ב. 4,727 סלים.
 - ג. 51,400 סלים.
 - ד. 69,218 סלים.
 - ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 23

כעת הניחו כי לחברה ישנה מגבלת קיבולת של 2,000,000 שעות מכונה לשנת 2009 והביקוש לשנת 2009 הוא: 16,000 סלים מסוג 1 ו- 12,000 סלים מסוג 2. מהו הרווח המירבי לפני מס שהחברה יכולה ליצור בשנת 2009?

- א. 3,544,000 ש"ח.
- ב. 1,528,000 ש"ח.
- ג. 1,728,000 ש"ח.
- ד. 2,168,000 ש"ח.
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 24-26

יצרן מחשבים מייצר 2 סוגי מחשבים ניידים: מחשב עבודה למחשב משחקים. לאחר יצור המחשבים כל מחשב עובר בדיקת איכות ע"י מהנדס איכות.

מחשב עבודה X	מחשב משחקים Y	
100	50	זמן יצור (דקות)
20	40	זמן מהנדס איכות (דקות)
1,200 ש"ח	800 ש"ח	תרומה ליחידה

לחברה יש 5 עובדי יצור שעובדים במקביל. כל אחד מהעובדים עובד 40 שעות בשבוע. מהנדס האיכות עובד 40 שעות בשבוע.

הביקוש השבועי המקסימאלי הינו 50 יחידות של מחשב עבודה. הביקוש השבועי המקסימאלי הינו 200 יחידות של מחשב משחקים.

שאלה 24

בהינתן המגבלות ומטרת החברה למקסם את הרווח התפעולי, כמה תייצר החברה בכל שבוע מכל אחד מסוגי המחשבים?

- א. 50 יחידות של מחשבי עבודה ו- 47.5 יחידות של מחשבי משחקים
- ב. 16.67 יחידות של מחשבי עבודה ו- 200 יחידות של מחשבי משחקים
- ג. 80 יחידות של מחשבי עבודה ו- 75 יחידות של מחשבי משחקים
- ד. 240 יחידות של מחשבי עבודה ו- 0 יחידות של מחשבי משחקים
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 25

החברה שוקלת העסקת עובד יצור נוסף.

הועלו מספר טענות, בחר את הטענה הנכונה

- א. כדאי להעסיק עובד יצור נוסף בשכר של עד 80 ₪ לשעה (1.333 ₪ לדקה).
- ב. כדאי להעסיק עובד יצור נוסף בהיקף של עד 9 שעות בשבוע.
- ג. כדאי להעסיקו בהיקף של עד 9 שעות בשבוע ובשכר של עד 80 ₪ לשעה.
- ד. לא כדאי להעסיק עובד יצור נוסף.
- ה. כדאי להעסיק עובד יצור נוסף אך בתנאי שכר והיקף העסקה שונים מהמפורט לעיל.

שאלה 26

בהתייחס למקרה שלפנינו, לפניך מספר משפטים:

1. מחיר הצל של שעת מהנדס הינו 0
2. מחיר הצל של שעת עובד יצור הוא 0
3. מחיר הצל של שעת מהנדס הינו גבוה ממחיר הצל של שעת עובד יצור.
4. אם הביקוש בשוק למחשב עבודה היה עולה, החברה הייתה מייצרת עוד מחשבי עבודה ופחות מחשבי משחקים.
5. אם הביקוש בשוק למחשב עבודה היה עולה, החברה הייתה מייצרת עוד מחשבי משחקים ופחות מחשבי עבודה.

כמה מהמשפטים לעיל הינם נכונים?

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4
- ה. 5

פרק 3: מלאי אופטימלי

נושאי השיעור

- כמות הזמנה אופטימלית EOQ
- כמות יצור אופטימלית EPQ
- השפעת שינויים בעלויות ובביקושים
- כמות הזמנה אופטימלית כאשר עלות המלאי תלויה בכמות המוזמנת

1.1 כמות הזמנה אופטימלית EOQ

עלויות המלאי מורכבות מעלות הרכישה + עלות ביצוע הזמנות הקניה + עלות אחזקת המלאי. מטרת החברה היא להביא למינימום את סך כל העלויות.

כמות ההזמנה האופטימלית היא כמות היחידות שמוזמנת בכל הזמנה.

נניח כי ההוצאה להחזקת יחידה אחת במלאי לשנה שלימה היא a . הביקוש השנתי הוא D יחידות. עלות הזמנה אחת היא c . נסמן את כמות ההזמנה האופטימלית באות q . נסמן את מחיר הרכישה של יחידה אחת באות P .

עלות רכישת המלאי היא PD

מספר ההזמנות הוא $\frac{D}{q}$. לכן, עלות ההזמנות היא $\frac{D}{q}c$.

כל הזמנה היא q יחידות. לכן, המלאי הממוצע הוא $\frac{q}{2}$, ועלות שנתית של החזקת המלאי היא

$$\frac{q}{2}a$$

סך כל העלויות (רכישת מלאי + החזקת מלאי + ביצוע הזמנות)

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a + PD$$

אם מחיר יחידת מלאי P הוא בלתי תלוי בכמות המוזמנת אז נקבל כי

$$\frac{\partial TC}{\partial q} = \frac{-cD}{q^2} + \frac{a}{2}$$

נשווה את הנגזרת הראשונה לאפס ונקבל את הכמות האופטימלית:

$$\frac{\partial TC}{\partial q} = \frac{-cD}{q^2} + \frac{a}{2} = 0 \rightarrow q = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$$

עבור הכמות האופטימלית נקבל כי סך הוצאות התחזוקה = עלות הזמנות =

$$\sqrt{\frac{acD}{2}}$$

וסך כל עלויות של [הזמנות מלאי + החזקת מלאי] הן

$$TC = \frac{D}{q^*}c + \frac{q^*}{2}a = \frac{1}{2}\sqrt{2acD} + \frac{1}{2}\sqrt{2acD} = \sqrt{2acD}$$

כמות הזמנה אופטימלית כאשר מספר היחידות הוא כפולה של מספר שלם

אם כמות ההזמנה האופטימלית היא מספר לא שלם, וניתן להזמין רק בכפולה של מספר שלם של יחידות אז יש לבדוק "מסביב" לכמות ההזמנה האופטימלית ולבחור באפשרות עבורה סך העלויות נמוך יותר.

לדוגמא, נניח כי $a=29$, $c=120$, $D=2600$ ונקבל כי כמות ההזמנה האופטימלית היא $(2 \cdot 120 \cdot 2600 / 29)^{0.5} = 146.688$.
נניח כי היא יכולה לזמן רק בכפולות של 20 יחידות.

במילים אחרות, עלינו לבדוק את שתי האפשרויות הבאות: להזמין 140 יחידות או להזמין 160 יחידות.

נבדוק את סך העלויות עבור $q=140$ ונקבל:

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a = (2600/140) \cdot 120 + 140/2 \cdot 29 = 4,258.57$$

נבדוק את סך העלויות עבור $q=160$ ונקבל:

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a = (2600/160) \cdot 120 + 160/2 \cdot 29 = 4,270$$

לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא 140 יחידות. (באופן אינטואיטיבי ניתן לעגל את התוצאה למספר השלם הקרוב.)

2. כמות יצור אופטימלית EPQ

נניח כי עלות היצור של יחידה אחת הוא קבוע אלא שיש הוצאה קבועה לכל הרצה של סדרת יצור setup cost. אם נסמן הוצאה זו c אז נקבל בעיה זהה לבעיה קודמת. לכן, הפתרון הוא זהה. במילים אחרות, כדי להביא למינימום את הוצאות היצור והוצאות תחזוקת המלאי, הכמות המיוצרת

האופטימלית היא $q = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$. למעשה, ניתן לחשוב על היצור כעל "הזמנה" מהמפעל היצרני של החברה. לכן, 2 בעיות לעיל הן זהות.

דוגמא 1:

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 8 ש"ח (ריבית, אחסון, קלקולים וכדומה). ביקוש שנתי הוא 400 יחידות.

עלות הזמנה היא 100 ש"ח (הובלה, אחסון, זמן התעסקות ופיקוח).

- א. מהי כמות ההזמנה האופטימלית?
- ב. מהו סך כל העלויות באופטימום?

תשובה 1

עלות הזמנות מקסימלית היא $40,000 = 400 \cdot 100$ ש"ח. (אם נזמין כל יחידה בנפרד).
עלות החזקת מלאי כאשר מזמינים כל יחידה בנפרד היא 4 ש"ח.

לכן, הכמות האופטימלית היא 100 יחידות ($(40,000/4)^{0.5} = 100$)

$$q = \sqrt{\frac{2cD}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 400}{8}} = 100 \quad \text{הצבה בנוסחה}$$

סך העלות TC , עבור כמות הזמנה אופטימלית, היא $\sqrt{2 \cdot 8 \cdot 100 \cdot 400} = 800$,
או, בחישוב ישיר,

$$400/100 \cdot 100 = 400 \quad \text{עלות ההזמנות היא}$$

$$100/2 \cdot 8 = \frac{400}{800} \quad \text{עלות המלאי היא}$$

$$\frac{800}{800} \quad \text{סך הכל}$$

3. השפעת שינויים בעלויות ובביקושים

כמות ההזמנה האופטימלית היא $q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$ והעלות הכוללת שמתקבלת היא $TC^* = \sqrt{2acD}$

מהי ההשפעה של שינויים בפרמטרים על הכמות האופטימלית? על העלות האופטימלית?

- אם נניח שכל העלויות (a, c) גדילות בשיעור 10%, נקבל כי הכמות האופטימלית לא משתנה, אבל סך העלות האופטימלית גדילה ב-10%.
במילים אחרות, אם רמת המחירים עולה ב-10% (אינפלציה ללא שינוי במחירים הריאליים), אז אין שינוי בכמות האופטימלית, וסך העלות האופטימלית **בשקלים ריאליים** נשאר קבוע.

- אם הביקוש D גדל ב-21% אז הכמות האופטימלית גדילה ב-10% וסך העלויות גדל ב-10%.

דוגמה 2

חשב החברה טוען כי אם הביקוש יגדל ב-10% ועלות החזקת יחידה במלאי תגדל ב-10% אז כמות ההזמנה האופטימלית לא תשתנה אבל סך העלויות יעלה ב-10%. האם הוא צודק?

תשובה 2

סך העלויות של הזמנות מלאי והחזקת מלאי, באופטימום, הוא $TC^* = \sqrt{2acD}$.
אם הביקוש יגדל ב-10% וגם עלות התחזוקה תגדל ב-10%, נקבל כי

$$q^* = \sqrt{\frac{2c(1.1D)}{1.1a}} = \sqrt{\frac{2cD}{a}} \quad \text{לכן, כמות ההזמנה האופטימלית לא תשתנה.}$$

כמו כן,

$$TC^* = \sqrt{2(1.1a)c(1.1D)} = 1.1\sqrt{2acD}$$

לכן, סך העלויות אכן יעלה ב-10%.

דוגמא 3

סופרמרקט שכונתי מוכר כעת סוג אחד של מיונז מתוצרת תלמה. מחיר הקניה של כל יחידה הוא 5 ₪ ומחיר המכירה הוא 7 ₪. הסופרמרקט מיישם את מודל גודל ההזמנה האופטימאלי וסך עלויות של החזקת המלאי וביצוע הזמנות הוא 6,000 ש"ח.

הנהלת הסופרמרקט שוקלת למכור גם מיונז יוקרתי מתוצרת Helmanns. מחיר הקניה של מיונז זה הוא 8 ₪ לחידה ומחיר המכירה הוא 11 ₪.

לשני סוגי המיונז, עלות החזקה לכל השנה של יחידה במלאי היא 20% ממחיר הקניה. כמו כן, עלות ביצוע ההזמנה זהה לשני סוגי המיונז.

להערכת ההנהלה, הוספת מיונז Helmanns תגדיל את הכמות הכוללת שנמכרת ב- 10%. מתוך סך היחידות שימכרו, מיונז תלמה יהיה 70% ומיונז Helmanns יהיה 30%.

נדרש:

עבור איזה נפח של מכירות כדאי לסופרמרקט לבצע את השינוי?

תשובה:

כרגע, לפני השינוי, הרווח של הסופרמרקט ממכירות מיונז תלמה הוא תרומה ממכירת D יחידות
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות $= (2 * 1 * c * D)^{0.5}$
תרומה נטו

$$\begin{aligned} & 2 * D \\ & \underline{6,000} \\ & \underline{2D - 6000} \end{aligned}$$

אם השינוי יבוצע, התרומה הכוללת תורכב מצירוף התרומות של כל אחד מסוגי המיונז.

תרומה נטו ממכירת מיונז תלמה:

תרומה ממכירת היחידות $(2 * D * 1.1 * 70\%)$
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות
 $(2 * 1 * c * D * 1.1 * 70\%)^{0.5} = 6,000 * (1.1 * 70\%)^{0.5}$
תרומה נטו ממיונז תלמה

$$\begin{aligned} & 1.54D \\ & \underline{5,265} \\ & \underline{1.54D - 5,265} \end{aligned}$$

תרומה נטו ממכירת מיונז Helmanns:

תרומה ממכירת היחידות $(3 * D * 1.1 * 30\%)$
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות
 $= (2 * 1.6 * c * D * 1.1 * 30\%)^{0.5} = 6,000 * (1.6 * 1.1 * 30\%)^{0.5}$
תרומה נטו ממיונז תלמה

$$\begin{aligned} & 0.99D \\ & \underline{4,360} \\ & \underline{0.99D - 4360} \end{aligned}$$

$$\underline{2.53D - 9,625}$$

תרומה משני המוצרים

התרומה נטו גדילה ב- $0.53D - 3,625$. לכן, כדאי למכור גם מיונז Helmanns אם $D > 3625 / 0.53 = 6839.62$. לכן, אם הכמות הנמכרת לפני השינוי היא 6,840 יחידות ומעלה, אז כדאי להוסיף מיונז Helmanns

דוגמא 4

סופרמרקט שכונתי מוכר כעת סוג אחד של מיונז מתוצרת תלמה. הסופרמרקט מיישם את מודל גודל ההזמנה האופטימאלי וסך עלויות של החזקת המלאי וביצוע הזמנות הוא 6,000 ש"ח. התרומה ממכירת מיונז תלמה (לפני הוצאות של החזקת מלאי וביצוע הזמנות) היא 16,000 ₪.

הנהלת הסופרמרקט שוקלת למכור גם מיונז יוקרתי מתוצרת Helmanns. התרומה ממכירת יחידה אחת של מיונז Helmanns גבוהה ב- 50% מהתרומה ממכירת יחידה אחת של מיונז תלמה.

עלות ביצוע הזמנה זהה לשני סוגי המיונז.

עלות החזקה לכל השנה של יחידה במלאי של מיונז Helmanns גבוהה ב- 60% מזו של מיונז תלמה.

להערכת ההנהלה, הוספת מיונז Helmanns תגדיל את הכמות הכוללת שנמכרת ב- 10%. מתוך סך היחידות שימכרו, מיונז תלמה יהיה 70% ומיונז Helmanns יהיה 30%. כמו כן, הנהלה מעריכה כי תוספת של מיונז Helmanns תעלה את ההוצאות הקבועות התקופתיות בסך 1,500 ₪.

האם כדאי לסופרמרקט לבצע את השינוי?

תשובה:

כרגע, לפני השינוי, הרווח של הסופרמרקט ממכירות מיונז תלמה הוא תרומה ממכירת מיונז תלמה
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות $= (2 * a * c * D)^{0.5}$
תרומה נטו

16,000
6,000
10,000

אם השינוי יבוצע, התרומה הכוללת תורכב מצירוף התרומות של כל אחד מסוגי המיונז.

תרומה נטו ממכירת מיונז תלמה:

תרומה ממכירת היחידות $(16,000 * 1.1 * 70\%)$
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות
 $(2 * a * c * D * 1.1 * 70\%)^{0.5} = 6,000 * (1.1 * 70\%)^{0.5}$
תרומה נטו ממיונז תלמה

12,320
5,265
7,055

תרומה נטו ממכירת מיונז Helmanns:

תרומה ממכירת היחידות $(16,000 * 1.5 * 1.1 * 30\%)$
עלות החזקת מלאי + עלות ביצוע הזמנות
 $= (2 * 1.6 * a * c * D * 1.1 * 30\%)^{0.5} = 6,000 * (1.6 * 1.1 * 30\%)^{0.5}$
תרומה נטו ממיונז תלמה

7,920
4,360
3,560

10,615

תרומה משני המוצרים

כיוון שהוספת מיונז Helmanns מגדילה את ההוצאות הקבועות ב- 1,500 נקבל כי תוספת התרומה נטו היא שלילית $16,615 - 10,000 - 1,500 = (885)$ לכן, לא כדאי להוסיף את מיונז Helmanns.

4. כמות הזמנה אופטימלית כאשר עלות המלאי תלויה בכמות המוזמנת

נניח כי עלות המלאי יורדת כאשר הכמות המוזמנת גדילה. כיצד משפיע הדבר על הכמות האופטימלית?
סך העלויות = עלות המלאי + עלות ההזמנות + עלות תחזוקת המלאי.

נסמן את עלות יחידה אחת של מלאי באות P . נניח כי P משתנה באופן רציף כך ש $P' < 0$

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a + PD$$

$$\frac{\partial TC}{\partial q} = \frac{-cD}{q^2} + \frac{a}{2} + P'D = 0$$

$$q = \sqrt{\frac{cD}{\frac{a}{2} + P'D}}$$

לכן, הכמות המוזמנת האופטימלית תגדל.

הדוגמא הבאה ממחישה את הפתרון כאשר המחיר אינו משתנה באופן רציף אלא ב"קפיצות". במקרה זה עלינו לבדוק מקטעים שונים ולחפש את האופטימום בכל אחד מהמקטעים. בסופו של התהליך יש להשוות בין נקודות האופטימום הפנימיות וכן יש לבדוק גם את נקודות "הקצה" במקטעים בהם אין פתרון פנימי.

דוגמא 5

הנחות:

הביקוש לשנה הוא 10,000 יחידות

עלות הזמנה אחת 500 ש"ח

עלות החזקת יחידה במלאי היא 20% מעלות היחידה.

מחיר הרכישה הממוצע משתנה במדרגות עם הגידול בכמות המוזמנת. לדוגמא,

1-799 יחידות (אזור 1)	10 ש"ח ליחידה	====>	עלות יחידה במלאי 2 ש"ח
800-2499 (אזור 2)	9.9 ש"ח ליחידה	====>	עלות יחידה במלאי 1.98 ש"ח
2500 ומעלה (אזור 3)	9.8 ש"ח ליחידה.	====>	עלות יחידה במלאי 1.96 ש"ח

מהי כמות ההזמנה האופטימלית?

תשובה 5

כיוון שמחיר הרכישה אינו משתנה באופן רציף, עלינו לבדוק לכל אזור בנפרד.

- נתחיל באזור 0-799 יחידות. נקבל כי הכמות האופטימלית היא $(2 \cdot 10,000 \cdot 500 / 2)^{0.5} = 2,236$. מספר זה של יחידות לא נמצא באזור. עבור 799 יחידות נקבל את סך העלויות הבא:

$10,000 \cdot 10 =$	100,000	עלות המלאי השנתי
$10,000 / 799 \cdot 500 =$	6,258	עלות ההזמנות
$799 / 2 \cdot 2 =$	<u>799</u>	עלות החזקת מלאי
	107,057	כל העלויות
	=====	

- באזור 800-2499 יחידות נקבל כי הכמות האופטימלית היא

$$(2 \cdot 10,000 \cdot 500 / 1.98)^{0.5} = 2,247$$

העלות האופטימלית של ההזמנות והחזקת המלאי היא $(2 \cdot 1.98 \cdot 500 \cdot 10,000)^{0.5} = 4,450$
הוסף- עלות המלאי עצמו
 $10,000 \cdot 9.9 = 99,000$
103,450
סך כל העלויות

- באזור 2,500 ומעלה יחידות נקבל כי הכמות האופטימלית היא $(2 \cdot 10,000 \cdot 500 / 1.96)^{0.5} = 2,259$. כמות זו לא נמצאת באזור.

בדוק את 2,500 ונקבל כי סך העלויות הוא

$10,000 \cdot 9.8 =$	98,000	עלות המלאי השנתי
$10,000 / 2,500 \cdot 500 =$	2,000	עלות ההזמנות
$2,500 / 2 \cdot 1.96 =$	<u>2,450</u>	עלות החזקת מלאי
	102,450	סך כל העלויות
	=====	

מסקנה: כמות ההזמנה האופטימלית היא 2,500 יחידות.

דוגמא 6 (למתקדמים)

יבואן תרופות מייבא תרופה מסויימת באנגליה באמצעות הובלה אווירית. הביקוש השנתי הוא 150,000 יחידות. מחיר הרכישה מהספק באנגליה תלוי בכמות הנרכשת:

<u>מחיר ליחידה</u>	<u>כמות נרכשת</u>
20 דולר ליחידה	1-1000
לכל יחידה מ- 1,000 יחידות ראשונות המחיר הוא 20 דולר ליחידה ועבור כל יחידה נוספת 18 דולר.	1001-5000
לכל יחידה מ- 1,000 יחידות ראשונות המחיר הוא 20 דולר ליחידה לכל יחידה מ- 4,000 יחידות נוספות המחיר הוא 18 דולר ליחידה ועבור כל יחידה נוספת 17 דולר.	5001

עלות ההובלה האווירית היא 2 דולר ליחידה בתוספת דמי טיפול קבועים בסך 50 דולר. עלות האחזקה של יחידה אחת במלאי הוא 10% ממחיר רכישתה מהספק.

מהי כמות ההזמנה האופטימלית?

תשובה 6

סך העלויות של היבואן תלוי בכמות הנרכשת, לכן, נחפש את הפתרון בשלוש האיזורים הבאים:

איזור ראשון 1-1000

הכמות האופטימלית היא $(2 \cdot 50 \cdot 150,000 / 2)^{0.5} = 2,739$. קיבלנו מספר יחידות שגבוה מ-1,000 יחידות. לכן, האופטימום עבור איזור זה הוא 1,000 יחידות.

סך העלויות עבור כמות הזמנה של 1000 יחידות הוא:

3,000,000	עלות הרכישה מהספק ($=20 \cdot 150,000$)
300,000	עלות הובלה אווירית משתנה ($=2 \cdot 150,000$)
7,500	עלות הובלות לשנה ($=150 \cdot 50$)
1,000	עלות החזקת מלאי ($=1,000/2 \cdot 2$)
3,308,500	סך עלויות

איזור שני 1001-5000

1,000 יחידות ראשונות בכל הזמנה עולות 20 דולר ליחידה. על היחידות הנוספות משלמים רק 18 דולר. לכן, עלות כל הזמנה היא $(1,000 \cdot 20 + (q - 1,000) \cdot 18)$.

מספר ההזמנות הוא $\left(\frac{150,000}{q}\right)$.

לכן, עלות הרכישה מהספק היא $\left(\frac{150,000}{q}\right)(1,000 \cdot 20 + (q - 1,000) \cdot 18)$

עלות ההובלה האווירית היא $\left(\frac{150,000}{q}\right) \cdot 50 + 150,000 \cdot 2$

עלות החזקת המלאי היא $\frac{1,000}{2} \cdot 2 + \left(\frac{q - 1,000}{2}\right) \cdot 1.8$

לכן, סך העלויות הוא

$$TC = \left(\frac{150,000}{q}\right)(1,000 \cdot 20 + (q - 1,000) \cdot 18) + \left(\frac{150,000}{q}\right) \cdot 50 + 150,000 \cdot 2 + \frac{1,000}{2} \cdot 2 + \left(\frac{q - 1,000}{2}\right) \cdot 1.8$$

נפשט את הביטוי לעיל ונקבל,

$$TC = 150,000 \cdot 20 + \frac{1,000}{2} \cdot 0.2 + \left(\frac{150,000}{q}\right) \cdot 2,050 + \frac{q}{2} \cdot 1.8$$

ניתן להסביר את סך העלויות באופן הבא: נחשב את העלות הכוללת בהנחה כי המחיר של הספק ליחידה הוא קבוע 18 דולר, ואח"כ נוסיף את התוספת בגין 1,000 היחידות הראשונות בכל הזמנה. מחיר כל יחידה הוא 18 דולר, נוסיף את עלות ההובלה המשתנה – 2 דולר, ונקבל כי העלות השנתית של היחידות היא $20 \cdot 150,000$. לסכום זה יש להוסיף תוספת בגין כל הזמנה שבוצעה: עלות

הובלה 50 דולר וסך 2,000 דולר תוספת בגין 1,000 היחידות הראשונות (יחידות שעולות עוד 2 דולר ליחידה). לכן, עלות כל הזמנה היא 2,050 דולר. עלות החזקת יחידה במלאי היא 1.8 דולר. אבל, יש להוסיף בגין 1,000 היחידות הראשונות עוד 0.2 דולר ליחידה.

$$q = \sqrt{\frac{2 * 2,050 * 150,000}{1.8}} = 18,484 \text{ כאשר } q \text{ הוא האופטימאלי}$$

סך העלויות השנתיות אם כמות ההזמנה היא 5,000 יחידות:

2,760,000	= (150,000/5,000) * (1,000*20 + 4,000*18)	עלות רכישה מהספק
300,000	(= 2*150,000)	עלות הובלה אווירית משתנה
1,500	= (150,000/5,000) * 50	עלות הובלות לשנה
4,600	= (1,000/2*2 + 4,000/2*1.8)	עלות החזקת מלאי
<u>3,066,100</u>		סך עלויות

איזור שלישי 5001 ומעלה

באיזור זה ניתן לחשב את העלות הכוללת בהנחה כי המחיר של הספק ליחידה הוא קבוע 17 דולר, ואח"כ להוסיף את התוספת בגין 5,000 היחידות הראשונות בכל הזמנה. התוספת לכל הזמנה היא $1,000*3 + 4,000*1 = 7,000$.

מחיר כל יחידה הוא 17 דולר, נוסף את עלות ההובלה המשתנה – 2 דולר, ונקבל כי העלות השנתית של היחידות היא $19*150,000$. לסכום זה יש להוסיף תוספת בגין כל הזמנה שבוצעה: עלות הובלה 50 דולר וסך 7,000 דולר תוספת בגין 5,000 היחידות הראשונות. לכן, עלות כל הזמנה היא 7,050 דולר. עלות החזקת יחידה במלאי היא 1.7 דולר. אבל, יש להוסיף בגין 1,000 היחידות הראשונות עוד 0.3 בגין 1,000 היחידות הראשונות ועוד 0.1 בגין 4,000 יחידות נוספות.

לכן, ניתן לרשום את פונקציית העלויות הכוללת של הספק כך:

$$TC = 150,000 * 19 + \frac{1,000}{2} * 0.3 + \frac{4,000}{2} * 0.1 + \left(\frac{150,000}{q} \right) * 7,050 + \frac{q}{2} * 1.7$$

$$q = \sqrt{\frac{2 * 7,050 * 150,000}{1.7}} = 35,272 \text{ כאשר } q \text{ הוא האופטימאלי}$$

סך העלויות השנתיות אם כמות ההזמנה היא 35,272 יחידות:

2,579,769	= (150,000/35,272) * (1,000*20 + 4,000*18 + 30,272*17)	עלות רכישה מהספק
300,000	(= 2*150,000)	עלות הובלה אווירית משתנה
213	= (150,000/35,272) * 50	עלות הובלות לשנה
30,331	= (1,000/2*2 + 4,000/2*1.8 + 30,272/2*1.7)	עלות החזקת מלאי
<u>2,910,313</u>		סך עלויות

ניתן בפרקטיקה לפתור את הבעיה ללא שימוש במתמטיקה "כבידה" באמצעות Excel.

<u>סך עלויות</u>	<u>עלות אחזקה</u>	<u>עלות הובלה</u>	<u>עלות רכישה</u>	<u>כמות מוזמנת</u>
3,308,500	1,000	307,500	3,000,000	1,000
3,066,100	4,600	301,500	2,760,000	5,000
2,964,600	8,850	300,750	2,655,000	10,000
2,911,100	25,850	300,250	2,585,000	30,000
2,910,314	30,100	300,214	2,580,000	35,000
2,910,314	30,525	300,211	2,579,577	35,500
2,910,325	30,950	300,208	2,579,167	36,000

ניתן לראות כי עבור כמות הזמנה 35,000 או 35,500 נקבל עלות כוללת מינימלית.

5. כמות הזמנה אופטימלית כאשר נדרש מלאי מינימום

אם נדרש מלאי מינימום בסך \hat{q} אז סך העלויות הוא

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a + \hat{q}a$$

אם מלאי המינימום \hat{q} הוא בלתי תלוי בכמות ההזמנה q אז כמות ההזמנה האופטימלית נשארת זהה.

אבל, אם מלאי המינימום הוא תלוי בגודל ההזמנה $\hat{q} = \delta q$ נקבל כי

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a + \hat{q}a = \frac{D}{q}c + a(1 + 2\delta)\frac{q}{2} = \frac{D}{q}c + \hat{a}\frac{q}{2}$$

שימו לב כי קיבלנו בעיה דומה לבעיה הסטנדרטית עם עלות החזקת יחידה במלאי בסך

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{\hat{a}}} = \sqrt{\frac{2cD}{a(1+2\delta)}} \quad \hat{a} = a(1+2\delta) \quad \text{לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא}$$

מהו סך העלויות בנקודת האופטימום?

סך העלויות בנקודת האופטימום הוא

$$TC = \sqrt{2\hat{a}cD} = \sqrt{2a(1+2\delta)cD}$$

דוגמא 7

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 10 ש"ח (ריבית, אחסון, קלקולים וכדומה).
ביקוש שנתי הוא 600 יחידות.
עלות הזמנה היא 100 ש"ח (הובלה, אחסון, זמן התעסקות ופיקוח).
החברה נדרשת להחזיק מלאי מינימום בגובה 10% מגובה הכמות המוזמנת.

- ג. מהי כמות ההזמנה האופטימלית?
ד. מהו סך כל העלויות באופטימום?

תשובה 7

כמות ההזמנה האופטימלית היא

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a(1+2\delta)}} = \sqrt{\frac{2*100*600}{10(1+2*0.1)}} = 100$$

סך העלות TC , עבור כמות הזמנה אופטימלית, היא $\sqrt{2*10*(1+2*0.1)*100*600} = 1,200$.
או, בחישוב ישיר,
עלות ההזמנות היא $600/100*100 = 600$
עלות המלאי היא $(100/2+10%*100)*10 = \frac{600}{1,200}$
סך הכל

6. נקודת ההזמנה האופטימלית

מתי יש להזמין את המלאי? במלים אחרות, מהי רמת המלאי בנקודת ההזמנה?

"נקודת הזמנה" זו כמות המלאי בה מבוצעת הזמנה.

יש לקחת בחשבון כי עובר זמן (לא וודאי) מביצוע ההזמנה ועד לקבלתה ("תקופת ההזמנה"¹).
כמו כן, הביקוש היומי בתקופת ההזמנה אינו ודאי.

נקודת ההזמנה האופטימלית צריכה לקחת בחשבון את עלות המחסור במלאי מצד אחד ואת עלות החזקת יחידות נוספות במלאי מצד שני.

"מלאי הביטחון" הוא עודף נקודת ההזמנה על הכמות הממוצעת בתקופת ההזמנה.
לדוגמא, אם נקודת ההזמנה היא 5,000 יחידות והכמות המבוקשת הממוצעת בתקופת ההזמנה היא 3,000 יחידות, אז מלאי הביטחון הוא 2,000 יחידות.

נקודת הזמנה ללא מלאי ביטחון

נניח לדוגמא ש

- עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 8 ש"ח (ריבית, אחסון, קלקולים וכדומה);
- ביקוש שנתי הוא 400 יחידות, מתפלג באופן שווה על פני השנה (360 יום);
- עלות הזמנה היא 100 ש"ח (הובלה, אחסון, זמן התעסקות ופיקוח);
- תקופת ההזמנה היא בממוצע 18 יום.

נקבל כי

¹ המונח באנגלית הוא lead time

- כמות ההזמנה האופטימלית היא 100 יחידות ($(40,000/4)^{0.5} =$).
- מספר ההזמנות בשנה הוא $400/100=4$.
- הביקוש הממוצע לתקופה של 18 יום הוא כ- 20 יחידות ($400 \times 18/360$).
- נקודת ההזמנה ללא מלאי ביטחון היא 20 יחידות. במילים אחרות, כאשר רמת המלאי מגיעה ל- 20 יחידות יש לבצע את ההזמנה.

מלאי ביטחון כאשר עלות המחסור היא "אין סופית"

כיוון שזמן ההספקה והביקוש ליחידת זמן אינם וודאיים, ועלות המחסור במלאי היא מאד גבוהה ביחס לעלות החזקת המלאי ("אין סופית"), יש לקחת מרווח ביטחון מקסימלי כדי לוודא שלא יהיה מחסור במלאי.

נניח לדוגמא כי זמן ההספקה יכול להיות 9, 18, 27 יום בסיכוי (25%, 50%, 25%); והכמות המבוקשת ליום אחד היא (0.1111, 1.1111, 2.1111) בסיכוי (20%, 60%, 20%).

בהנחה כי אין תלות בין זמן ההספקה לבין הביקוש נקבל כי:

20 יחידות.	הביקוש הממוצע בתקופת ההספקה הוא 1.1111×18
1 יחידות	הביקוש המינימלי בתקופת ההספקה הוא 0.1111×9
57 יחידות.	הביקוש המקסימלי בתקופת ההספקה הוא 2.1111×27

אם עלות מחסור במלאי היא מאד גבוהה ביחס לעלות החזקת המלאי, אז נקודת ההזמנה היא 57 יחידות.

מלאי הביטחון הוא $37=57-20$ יחידות.

כתוצאה ממלאי הביטחון בסך 37 יחידות, עולה ממוצע תחזוקת המלאי השנתית ב- $8 \times 37 = 296$ ש"ח.

כיוון שנקודת ההזמנה היא 57 יחידות, נקבל כי רמת המלאי המינימלית תהיה כאשר הביקוש בתקופת ההספקה הוא מקסימלי. דהיינו, $57-57=0$

רמת המלאי המקסימלית היא במקרה בו הביקוש בתקופת ההספקה הוא מינימלי. נקבל רמת מלאי מקסימלי $57-1+100=156$.

7. מודל כלכלי לנקודת ההזמנה האופטימלית (עלויות מחסור והחזקת מלאי)

כאשר עלות מחסור במלאי היא "סופית" (איננה גבוהה מאד ביחס לעלות החזקת המלאי) יש לשקול מהי רמת מלאי הביטחון הנדרשת. אם נגדיל את כמות מלאי הביטחון ב- 1 יחידה, עלות התחזוקה השנתית של המלאי תגדל. מצד שני, נחסוך את תוחלת עלות מסוימת של מחסור במלאי.

נניח לדוגמא את הנתונים הבאים:

- ללא מלאי ביטחון, נקודת הזמנה היא 15 יחידות;
- מספר ההזמנות בשנה הוא 10 הזמנות;
- עלות מחסור של יחידה אחת היא 20 שקלים;
- עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לכל השנה היא 30 ₪.
- התפלגות הביקוש למלאי בתקופת ההזמנה הינה:

<u>סיכוי</u>	<u>מספר יחידות</u>
10%	5
15%	10
50%	15

15%	20
10%	25

כאשר נקודת ההזמנה היא 15 יחידות, הסיכוי שיהיה מחסור שווה לסיכוי שהביקוש בתקופת ההזמנה יהיה גבוה מ-15 יחידות. לכן, הסיכוי שיהיה מחסור הוא 25%.

אם נעלה את רמת המלאי ב-1 יחידה, עלות החזקת המלאי תגדל אומנם ב-30 ₪ אבל נחסוך תוחלת של 25% מעלות המחסור. כיוון שעלות יחידה במחסור היא 20 ₪, וכיוון שיש 10 הזמנות בשנה, תוחלת העלות הנחסכת בשנה היא $20 * 10 * 25\% = 50$ ₪.

מסקנה, כדאי להגדיל את מלאי הביטחון ב-1 יחידה.

אם כדאי להגדיל את מלאי הביטחון ב-1 יחידה אז כדאי להגדיל את מלאי הביטחון ב-5 יחידות.

אם נקודת ההזמנה היא ב-20 יחידות, אז סיכוי המחסור הוא רק 10%. לכן, אם נעלה את מלאי הביטחון ב-1 יחידה נוספת, נחסוך תוחלת עלות מחסור בסך $20 * 10 * 10\% = 20$ ₪ בלבד. חיסכון זה הינו נמוך מהגידול בעלות החזקת המלאי בסך 30 ₪. לכן, נקודת ההזמנה האופטימאלית היא 20 יחידות. במילים אחרות, רמת מלאי הביטחון האופטימאלית היא 5 יחידות.

דוגמא 8: (ביקוש קבוע ליחידת זמן, זמן הספקה אקראי)

נתונים:

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 9 ש"ח.
ביקוש שנתי הוא 400 יחידות.
הביקוש ליום אחד הוא קבוע ($400/360 = 1.1111$)
עלות הזמנה היא 100 ש"ח.
עלות מחסור של יחידה אחת היא 25 ש"ח.
זמן ההספקה הממוצע הוא 18 יום.
להלן התפלגות זמן האספקה:

<u>ביקוש ביחידות</u>	<u>זמן אספקה בימים</u>	<u>סיכוי</u>
0	0 (מייד)	10%
10	9 יום	15%
20	18 יום	50%
30	27 יום	15%
40	36 יום	10%

הביקוש הממוצע בתקופה עד לקבלת המלאי (תקופת ההזמנה) הוא 20 יחידות. לכן, נקודת ההזמנה ללא מלאי ביטחון היא 20 יחידות.

מהי נקודת ההזמנה האופטימלית?

כמות ההזמנה האופטימלית היא 94.281 יחידות ($= (2*100*400/9)^{0.5}$)

עלות שנתית של יחידה במחסור היא $25*400/94.281 = 106.066$ ש"ח.
יחס בין עלות מלאי לבין עלות מחסור הוא $9/106.066 = 0.085$

שימו לב כי בנקודת הזמנה 30 יחידות הסיכוי למחסור הוא $10% < 0.085$ ולכן כדאי להגדיל את מלאי הביטחון.
מסקנה, נקודת ההזמנה האופטימלית היא 40 יחידות.

הערה: אם עלות המחסור של יחידה במלאי היא 12 ש"ח, נקבל כי עלות המחסור לשנה היא $50.912 = 12*400/94.281$ ש"ח. ולכן, היחס בין עלות המלאי לעלות המחסור הוא $9/50.912 = 0.177$

שימו לב כי בנקודת הזמנה 20 יחידות הסיכוי למחסור הוא $25% < 0.177$ ולכן כדאי להגדיל את מלאי הביטחון.
מסקנה, נקודת ההזמנה האופטימלית היא 30 יחידות.
מלאי הביטחון האופטימלי הוא 10 יחידות.

דוגמא 9: (זמן אספקה קבוע, ביקוש אקראי)

נתונים:

נניח 50 שבועות בשנה.
עלות החזקת יחידה במלאי לכל השנה היא 20 ש"ח.
עלות מחסור של יחידה אחת היא 6 ש"ח.
הביקוש השנתי הוא 3,000 יחידות. (ממוצע לשבוע = 60 יחידות)
עלות הזמנה אחת היא 75 ש"ח.
זמן האספקה הוא 4 שבועות.

להלן התפלגות הביקוש לתקופה של 4 שבועות

<u>מס' יחידות ביקוש</u>	<u>סיכוי</u>
160	10%
200	20%
240	40%
280	20%
320	10%

מהי נקודת ההזמנה האופטימלית?

כמות ההזמנה האופטימלית היא 150 יחידות $= (2 * 3,000 * 75 / 20)^{0.5}$
מספר ההזמנות בשנה הוא $3,000 / 150 = 20$ הזמנות. (כל 2.5 שבועות החברה מבצעת הזמנה).
נקודת הזמנה ללא מלאי ביטחון היא הכמות הממוצעת המבוקשת בתקופת הזמנה = 240 יחידות.

מהי המשמעות של נקודת הזמנה = 240 יחידות?

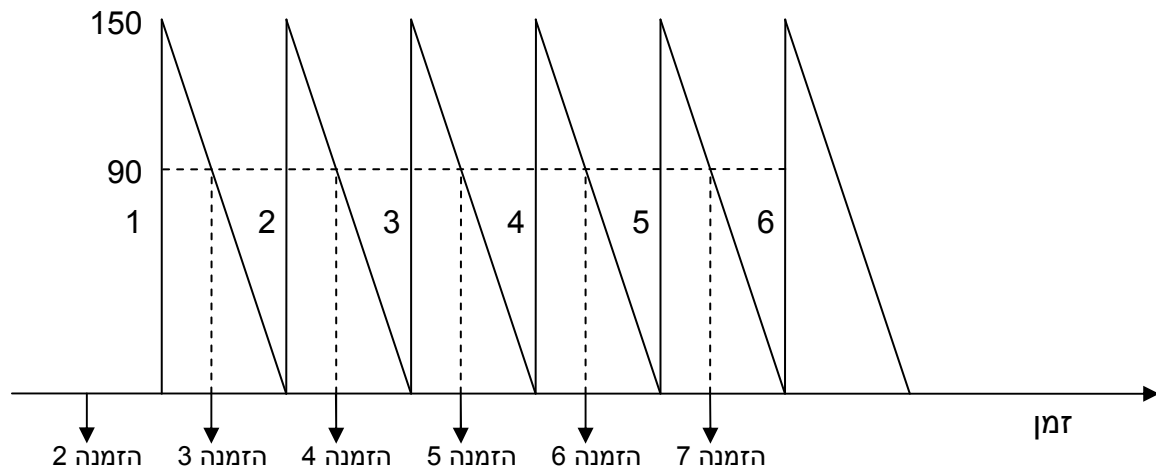
משמעות נקודת ההזמנה היא שאני מזמין מלאי 4 שבועות לפני קבלתו המתוכננת, כאשר רמת המלאי היא $240 - 150 = 90$ יחידות. שימו לב כי החברה רוכשת בכל 2.5 שבועות 150 יחידות. הביקוש השבועי הוא בממוצע 60 יחידות. את ההזמנה לקבלת המלאי היא חייבת לבצע 4 שבועות לפני קבלתו. לכן, כאשר רמת המלאי היא $90 = 60 * 1.5$ היא מבצעת הזמנה עבור המלאי שיתקבל בעוד 4 שבועות.

התרשים הבא מתאר את תנועת המלאי במצב בו אין אי-וודאות והמלאי המבוקש בתקופת ההזמנה הוא 240 יחידות. מספרי ההזמנות רשומים על התרשים. כל הזמנה היא על סך 150 יחידות. בין הזמנה להזמנה עוברות 2.5 שבועות. הזמנה 4 לדוגמא מבוצעת 1.5 שבועות לפני הקבלה בפועל של הזמנה 3.

במילים אחרות, בעת ביצוע ההזמנה נלקח בחשבון כי:

- יש כמות של 90 יחידות במלאי;
- בתוך תקופת האספקה של ההזמנה הנוכחית, תסופק הזמנה קודמת בסך 150 יחידות.

לכן, סך כל היחידות שיהיו למכירה במהלך תקופת האספקה של ההזמנה הנוכחית הוא 240 יחידות.



שימו לב כי ללא מלאי ביטחון, רמת המלאי בעת ביצוע ההזמנה היא 90 יחידות.
 רמת המלאי הממוצעת, ללא מלאי ביטחון היא $75 = 150/2$ יחידות.

מהו מלאי הביטחון האופטימלי?

עלות יחידה במחסור לכל השנה היא $120 = 20 \cdot 6$ ש"ח.
 היחס בין עלות החזקת המלאי לעלות מחסור במלאי הוא $20/120 = 0.1666$
 לכן, כל עוד הסיכוי למחסור גבוה מ- 16.66% יש להגדיל את מלאי הביטחון.
 נקבל כי מלאי הביטחון הוא 40 ונקודת ההזמנה היא $130 = 90 + 40$.

מהי עלות החזקת המלאי?

המלאי הממוצע הוא $115 = 150/2 + 40$. לכן, עלות החזקת המלאי היא $2,300 = 115 \cdot 20$ ₪.

8. כמות הזמנה אופטימלית כאשר ההספקה מגיעה באופן רציף

נניח כי הספק לא מספק את כל הכמות המוזמנת במשלוח אחד באופן רציף. נשתמש בסימונים הבאים:

Q	הכמות המוזמנת ברכישה אחת
q	הכמות היומית המסופקת
d	הביקוש (הצריכה) היומית
a	עלות יחידה אחת במלאי לכל השנה
c	עלות הזמנה אחת של Q יחידות.

מספר הימים שמתבצעת ההזמנה הוא $\frac{Q}{q}$.

לכן, הרמה שמקסימלית שהמלאי מגיע אליה היא $M = \frac{Q}{q}(q-d) = Q\left(1-\frac{d}{q}\right)$

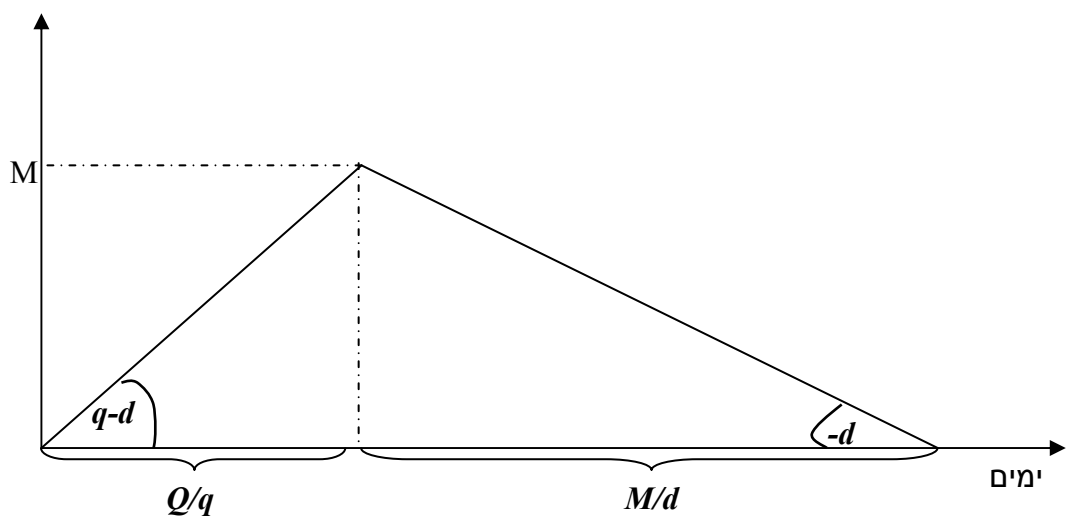
מכאן, שרמת המלאי הממוצעת היא $\frac{1}{2}Q\left(1-\frac{d}{q}\right)$

סך העלויות הוא $TC = \frac{1}{2}a\left(1-\frac{d}{q}\right)Q + \frac{D}{Q}c$

משוואה זו דומה לבעיה הסטנדרטית עם $a' = \left(1-\frac{d}{q}\right)a$

לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא $Q^* = \sqrt{\frac{2cD}{\left(1-\frac{d}{q}\right)a}}$

וסך העלות האופטימלית הוא $\sqrt{2a\left(1-\frac{d}{q}\right)cD}$



דוגמא 10

10,000 יחידות.

350 ש"ח

14 ש"ח

הביקוש השנתי

עלות ביצוע הזמנה אחת

עלות החזקת יחידה במלאי לשנה

8 יחידות

4 יחידות

הספקה יומית

ביקוש יומי

מה כמות ההזמנה האופטימלית?

$$Q^* = \sqrt{\frac{2cD}{\left(1 - \frac{d}{q}\right)a}} = \sqrt{\frac{2 * 350 * 10,000}{\left(1 - \frac{4}{8}\right) * 14}} = 1,000$$

מה סך העלות האופטימלית?

$$\sqrt{2a\left(1 - \frac{d}{q}\right)cD} = \sqrt{2 * 14 * \left(1 - \frac{4}{8}\right) * 350 * 10,000} = 7,000$$

או, בחישוב ישיר:

מספר הימים להספקת כל הזמנה הוא $125 = 10,000/8$ יום. רמת המלאי המקסימלית היא 500

יחידות ($= (8-4) * 125$). לכן, רמת המלאי הממוצעת היא 250 יחידות.

מספר ההזמנות הוא $10 = 10,000/1,000$.

עלות החזקת המלאי היא $14 * 250 = 3,500$ ש"ח.

עלות ההזמנות היא $350 * 10 = 3,500$

7,000

תרגילים

שאלה 1:

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 8 ש"ח (ריבית, אחסון, קלקולים וכדומה). ביקוש שנתי הוא 400 יחידות. עלות הזמנה היא 100 ש"ח (הובלה, אחסון, זמן התעסקות ופיקוח).

- ה. מהי כמות ההזמנה האופטימלית?
ו. מהו סך כל העלויות באופטימום?

שאלה 2

חברת הצורפים בע"מ מייצרת 10,000 פמוטי כסף בשנה. הביקוש מתחלק על פני השנה באופן אחיד. עלות הכונון (setup) של כל סדרת יצור היא 8,000 ₪. עלות היצור של פמוט אחד היא 120 ₪. עלות החזקת פמוט אחד במלאי לכל השנה היא 40 ₪.

א. בכמה סדרות יצור על החברה לייצר על מנת להקטין את סך העלויות?

1. 10 סדרות
2. 8 סדרות
3. 6 סדרות
4. 5 סדרות

ב. מהו סך העלויות המינימליות?

1. 1,608,000 ₪
2. 1,280,000 ₪
3. 1,300,000 ₪
4. 1,360,000 ₪

שאלה 3

הביקוש השנתי הוא 200,000 יחידות. עלות הזמנה אחת היא 900 ₪ ועלות החזקת יחידה אחת במלאי במשך שנה היא 40 ₪. החברה שומרת על מלאי ביטחון נוסף בסך 2,000 יחידות.

מהן סך כל העלויות של ההזמנות והחזקת המלאי?

שאלה 4

חשב החברה טוען כי אם הביקוש יגדל ב-10% ועלות החזקת יחידה במלאי תגדל ב-10% אז כמות ההזמנה האופטימלית לא תשתנה אבל סך העלויות יעלה ב-10%. האם הוא צודק?

שאלה 5

- חברה קובעת את כמות ההזמנה האופטימלית לפי מודל EQO. כמות ההזמנה האופטימלית היא 100,000 יחידות, והמלאי הממוצע הוא 50,000 יחידות. החברה מתכננת את השינויים הבאים לשנה הקרובה:
1. קיטון במחיר המכירה ב- 17%.
 2. הגדלת מערך המלאי יגדיל את העלויות הקבועות של האחסנה ב- 120,000 ₪ ויגדיל ב- 10% את העלויות המשתנות.
 3. החברה צופה גידול של 20% בביקוש.

רמת המלאי הממוצעת בשנה הקרובה תהיה:

- | | |
|----|---------------|
| 1. | 50,000 יחידות |
| 2. | 52,223 יחידות |
| 3. | 54,545 יחידות |
| 4. | 55,000 יחידות |

שאלה 6

הנחות:

- | | |
|--|---------------|
| הביקוש לשנה הוא | 12,000 יחידות |
| עלות הזמנה אחת | 800 ש"ח |
| עלות החזקת יחידה במלאי היא 50% מעלות היחידה. | |

מחיר הרכישה הממוצע משתנה במדרגות עם הגידול בכמות המוזמנת.

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 1-799 יחידות (אזור 1) | 10 ש"ח ליחידה |
| 800-2499 (אזור 2) | 8 ש"ח ליחידה |
| 2500 ומעלה (אזור 3) | 6 ש"ח ליחידה. |

מהי הכמות האופטימלית?

שאלה 7

- עלות החזקה של פריט במלאי בשנה היא 12% מעלותו. עלות קבועה להזמנה היא 200 ₪. הביקוש השנתי הוא 20,000 יחידות. מחיר הרכישה של יחידה אחת במלאי הנו תלוי בכמות הנרכשת בהזמנה אחת.

- | | |
|---------------------------|--------------|
| כמות יחידות עד 1000 | 50 ₪ ליחידה |
| כמות יחידות בין 1001-5000 | 45 ₪ ליחידה |
| כמות יחידות מ- 5001 ומעלה | 40 ₪ ליחידה. |

מהי כמות ההזמנה האופטימלית?

שאלה 8

נתונים:

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 8 ש"ח.
ביקוש שנתי הוא 400 יחידות.
הביקוש הממוצע ליום הוא 1.1111.
הביקוש המינימלי ליום הוא 0.1111.
הביקוש המקסימלי ליום הוא 2.1111.
עלות הזמנה היא 100 ש"ח.
להלן התפלגות זמן האספקה:

<u>זמן אספקה</u>	<u>סיכוי</u>
9 יום	25%
18 יום	50%
36 יום	25%

עלות מחסור של יחידה אחת היא מאד גבוהה ביחס לעלות החזקת יחידה במלאי.
לכן, אין לאפשר מחסור במלאי.

נדרש:

1. מהי כמות ההזמנה האופטימלית?
2. מהי נקודת ההזמנה?
3. מהי רמת מלאי הביטחון?
4. מהי רמת המלאי המינימלית?
5. מהי רמת המלאי המקסימלית?
6. מהן סך כל עלויות המלאי?

שאלה 9

חברת האחים אקרמן בע"מ עוסקת בשיווק אריזות של סטייקים "אנטריקוט".
החברה רוצה להביא למינימום את תוחלת עלויות המלאי.
עלות מחסור של יחידה אחת במלאי היא 75 ₪.
עלות החזקת יחידה במלאי במשך שנה היא 50 ₪.
מספר ההזמנות בשנה הוא 5.
להלן התפלגות המחסור:

<u>סיכוי שיהיה מחסור</u>	<u>רמת מלאי ביטחון</u>
40%	10 יחידות
20%	20 יחידות
10%	40 יחידות
5%	80 יחידות

נדרש:

מהי הכמות האופטימלית של מלאי הביטחון?

שאלה 10

נתונים:

עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 8 ש"ח.
ביקוש שנתי הוא 400 יחידות. (ביקוש קבוע ליום; 360 יום בשנה)
עלות הזמנה היא 100 ש"ח.
עלות מחסור של יחידה אחת היא 10 ש"ח.
להלן התפלגות זמן האספקה:

<u>זמן אספקה</u>	<u>סיכוי</u>
0 (מייד)	10%
9 יום	15%
18 יום	50%
27 יום	15%
36 יום	10%

נדרש:

1. מהי נקודת ההזמנה האופטימלית?
2. מהו מלאי הביטחון?

שאלה 11

נתונים:

נביח 50 שבועות בשנה.
עלות החזקת יחידה במלאי לכל השנה היא 4 ש"ח.
עלות מחסור של יחידה אחת היא 2 ש"ח.
הביקוש השנתי הוא 3,000 יחידות. (ממוצע לשבוע = 60 יחידות)
עלות הזמנה אחת היא 125 ש"ח.
זמן האספקה הוא קבוע 4 שבועות.

להלן התפלגות הביקוש לתקופה של 4 שבועות

<u>מס' יחידות ביקוש</u>	<u>סיכוי</u>
160	10%
200	20%
240	40%
280	20%
320	10%

נדרש:

1. מה מלאי הביטחון האופטימלי?
2. מהי נקודת ההזמנה האופטימלית?

שאלה 12

הביקוש השנתי הוא 9,000 יחידות לשנה.
עלות הזמנה אחת היא 50 ₪.
עלות יחידה אחת 20 ₪.
שיעור העלות של אחזקת מלאי הוא 25%. (דהיינו, עלות אחזקה של יחידה אחת במלאי היא $5 = 20 \cdot 25\%$).
בשנה יש 300 ימי עבודה.

זמן אספקה של המלאי הוא 5 ימי עבודה (הזמן ממועד ביצוע ההזמנה ועד לקבלת המלאי, לא כולל שבתות).

הביקוש לתקופה של 5 ימים מתפלג כך:

10 יחידות	5%
50 יחידות	10%
100 יחידות	15%
150 יחידות	40%
200 יחידות	15%
250 יחידות	10%
290 יחידות	5%

נדרש:

- מהי כמות ההזמנה האופטימלית?
- מהו מלאי הביטחון אם עלות מחסור של יחידה במלאי היא 2 ש"ח?

שאלה 13

הנחה: ההספקה של הזמנה אחת מתקבלת מהספק באופן רציף, במשך מספר ימים.

נתונים:

10,000 יחידות.	הביקוש השנתי
350 ש"ח	עלות ביצוע הזמנה אחת
14 ש"ח	עלות החזקת יחידה במלאי לשנה
8 יחידות	הספקה יומית
4 יחידות	ביקוש יומי

נדרש:

- מה כמות ההזמנה האופטימלית?
- מה סך העלות האופטימלית?

נתונים לשאלות 14-16

חברה המיבאת זהב מסוג 24 קראט, צופה ביקוש שנתי של 20,000 גרם. החברה קונה כל גרם ב – 150 ש"ח ומוכרת אותו למפיצים תמורת 420 ש"ח. החברה משלמת 200 ש"ח הוצאות לכל משלוח ו – 12 ש"ח לגרם לשנה הוצאות אחסון בכספת הבנק. בנוסף, החברה מבטחת את הזהב ומשלמת פרמיה בשיעור 13% מהעלות של הזהב.

שאלה 14

גודל הזמנה אופטימלי (ביחידות) הינו:

- 1. 504
- 2. 40
- 3. 817
- 4. 640

שאלה 15

בתום השנה התברר כי החברה שגתה בחיזוי הביקוש וכתוצאה משגיאה זו שילמה 500 ש"ח יותר מן המתוכנן עבור הזמנה ואחזקת המלאי (TC). מה היה הביקוש בפועל (ביחידות)?

- 1. 20,500
- 2. 21,261
- 3. 20,967
- 4. 21,679

שאלה 16

בהתעלם מנתוני שאלה קודמת, בדיקה מחודשת של שיעורי פרמית הביטוח העלתה את הנתונים הבאים:

הסתברות	שיעור הפרמיה
15%	6%
10%	10%
75%	16%

מה יהיה כעת גודל ההזמנה האופטימלי (ביחידות)?

- 1. 618
- 2. 619
- 3. 503
- 4. 494

נתונים לשאלות 17-19

חברת "נייט" מייצרת תמונות ממוסגרות של השר לאיומים אסטרטגים. מידי רבעון מוכרת החברה 40,000 תמונות במחיר של 100 ש"ח ליחידה. עד כה נהגה החברה לייצר את תמונות בחמש סדרות ייצור ברבעון (8,000 יחידות בסדרה). עלות הייצור המשתנה ליחידה הינה 80 ש"ח, עלות ההכנה לסדרה הינה 1,500 ש"ח (בלי קשר לגודלה, יש לבצע הכנה לפני כל סדרה) ועלות החזקת יחידה אחת במלאי הינה 4.8 ש"ח לרבעון.

חברת "נייט" שכרה את שרותי חברת "סווט-יעוץ בניהול עסקים" אשר הציעה לה ליישם את מודל "גודל הזמנה אופטימאלי". EOQ.

שאלה 17

בהנחה שתיושם הצעת היועץ, מה יהיה מספר סדרות הייצור ברבעון?

1. 5
2. 6
3. 8
4. 11
5. 30

שאלה 18

מה יהיה החיסכון ברבעון שנובע מיישום הצעת היועץ?

1. 2,700 ש"ח
2. 4,500 ש"ח
3. 7,200 ש"ח
4. 10,000 ש"ח
5. 18,900 ש"ח

שאלה 19

בהנחה שהחברה יישמה את הצעת היועץ, מה יהיה הרווח שלה ברבעון?

1. 800,000 ש"ח
2. 782,000 ש"ח
3. 779,300 ש"ח
4. 772,200 ש"ח
5. 776,000 ש"ח

להלן נתונים לשאלות 20-22

חברת השופט השורק בע"מ משווקת משרוקיות לשופטי כדורגל במחיר של 30 ₪ ליחידה. החברה רוכשת כל משרוקית מהיצרן בעלות של 12 ליחידה. תחזית המכירות של המשרוקיות לחודש הינה 2,025 יחידות. עלות ביצוע כל הזמנה 2.4 ₪, ועלות אחזקה שנתית של כל יחידה במלאי 30% מעלות היחידה.

שאלה 20

מהי עלות הזמנות של המלאי לשנה בהנחה כי החברה נוהגת לפי מלאי אופטימאלי.

1. 421
2. 27
3. 324
4. 432

שאלה 21

בהנחה כי עלות החזקת יחידה במלאי מושפעת ממחיר היחידה, איזה מבין המשפטים הבאים הוא הנכון ביותר?

1. בכמות ההזמנה האופטימאלית עלות אחזקת המלאי ועלות הזמנת המלאי זהות.
2. במצב שבו הספק מעלה את המחירים ב-10% כמות ההזמנה האופטימאלית תקטן.
3. במצב שבו הספק מעלה את המחירים ב-10% רק העלות הכוללת תושפע.
4. אם עלות האחזקה של יחידה במלאי תקטן כמות ההזמנה האופטימאלית תקטן.
5. תשובות 1+2 נכונות.

שאלה 22

הנח והחברה פעלה לפי כמות הזמנה אופטימאלית. אבל הביקוש בפועל היה גדול ב-20% מהחזוי. אילו החברה הייתה צופה מראש במדויק את הביקוש, הייתה יכולה לחסוך עלות שנתית בסך:

1. 58,385 ₪
2. 58,388 ₪
3. 3 ₪
4. 8 ₪
5. אף תשובה אינה נכונה

להלן נתונים לשאלות 23-25

חברת נקה 10 בע"מ צורכת 220 ליטר בחודש של בושם לצורך הכנת שמפו. ספק הבושם מוביל את הבושם באריזות אטומות ומיוחדות למניעת דליפה לכן כל אריזה מכילה בדיוק 220 ליטר. צריכת הבושם הינה אחידה במהלך היצור. הוצאות אחזקת יחידת מלאי לכל השנה הן 30% מעלות המלאי, ואין עלות לביצוע הזמנה. ניתן לרכוש את המלאי רק בכפולות של 220 יחידות. הספק מציע לחברה הנחת כמות כמפורט להלן:

מחיר ליטר	כמות	
800 ₪	220	א
776 ₪	440	ב
772 ₪	660	ג
768 ₪ ומעלה	880	ד

שאלה 23

הכמות האופטימאלית שתוזמן היא

1. 220
2. 440
3. 660
4. 880
5. על סמך הנתונים הללו לא ניתן לקבוע

שאלה 24

עלות אחזקת המלאי (לכל השנה) עבור כמות ההזמנה האופטימאלית:

1. 26,400
2. 51,216
3. 76,428

4. 101,376
5. על סמך הנתונים הללו לא ניתן לקבוע

שאלה 25

חברת L.T.D FIFI מציעה לך לרכוש בושם דומה (באותם תנאי צריכה. ניתן לרכוש את המלאי רק בכפולות של 220 יחידות) אך במחיר סופי של 760 ₪ כיוון שמדובר ביבוא מהרי אורל הרחוקים כל ביצוע ההזמנה כרוך בעלות של 3,000 ₪. בתנאים הללו איזה מבין המשפטים הינו הנכון ביותר

- | | |
|---|-------------|
| 1. חיסכון החברה אם היא תקבל את ההצעה | 32,376 ₪ |
| 2. חיסכון החברה אם היא תקבל את ההצעה | 25,296 ₪ |
| 3. ההצעה כדאית כיוון שהעלות הכוללת החדשה הינה | 2,048,894 ₪ |
| 4. ההצעה כדאית כיוון שהעלות הכוללת החדשה הינה | 2,067,480 ₪ |
| 5. תשובות 1+4 הינן נכונות | |

נתונים לשאלות 26-27

חברת "תרו" מייבאת תרופת להפחתת לחץ דם משוויץ. הביקוש שנתי של 200,000 יחידות. עלות כל יחידה לחברה היא 25 ₪. התרופות מיובאות בהובלה אווירית. עלות ההובלה הינה 1 ₪ לכל יחידה, בתוספת של 800 ₪ לכל משלוח (ללא תלות בכמות). עלות החזקה של יחידה אחת במלאי לכל השנה מוערכת ב- 3 ₪ ליחידה. ספק התרופה השוויצרי מוכר את התרופה באריזה בקופסה שכוללת 1,000 יחידות. לא ניתן לרכוש חלקי קופסה.

שאלה 26

- מהי כמות ההזמנה האופטימאלית?
- א. 8,000 יחידות
ב. 9,000 יחידות
ג. 10,000 יחידות
ד. 11,000 יחידות
ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 27

החברה שוקלת לעבור להובלה ימית. עלות ההובלה הימית הינה תשלום קבוע של 6,000 ₪ לכל משלוח (ללא תלות בכמות). אם החברה תעבור להובלה ימית אז הרווח השנתי יגדל (יקטן) ב- (סכום מעוגל לאלפי ₪).

א. 231 אלפי ₪
ב. (200) אלפי שח
ג. 146 אלפי ₪
ד. (54) אלפי ₪
ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 28

חברת זוגלובק בע"מ עוסקת בשיווק אריזות של סטייקים "אנטריקוט". החברה רוצה להחזיק מלאי בטחון בכמות כזו שתימנע לחלוטין קיומו של מחסור במלאי. עלות החזקת יחידה במלאי במשך שנה היא 32 ש"ח, מספר ההזמנות בשנה הוא 4 וגודל ההזמנה הוא 760 יחידות. להלן התפלגות הביקוש בתקופת ההספקה:

הביקוש בתקופת ההספקה:

ביקוש מינימאלי	40 יחידות
ביקוש ממוצע	55 יחידות
ביקוש מקסימאלי	70 יחידות

נדרש:

מהי עלות החזקת המלאי בשנה בש"ח?

- א. 480
- ב. 12,640
- ג. 1920
- ד. לא ניתן לחשב בהעדר נתונים.
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

להלן נתונים לשאלות 29-31

עלות החזקתה של יחידה אחת במלאי לשנה היא 4 ש"ח. ביקוש שנתי הוא 400 יחידות. הביקוש ליום אחד הוא קבוע. הנח 360 יום בשנה. עלות הזמנה היא 100 ש"ח. עלות מחסור של יחידה אחת היא 25 ש"ח. זמן ההספקה הממוצע הוא 18 יום. להלן התפלגות זמן האספקה:

<u>זמן אספקה בימים</u>	<u>סיכוי</u>
0 (מייד)	10%
9 יום	15%
18 יום	50%
27 יום	15%
36 יום	10%

כל 5 יחידות ארוזות בקופסה אחת. לכן, החברה יכולה לרכוש מלאי רק בקפיצות של 5 יחידות.

שאלה 29

מהי נקודת ההזמנה ללא מלאי ביטחון?

יחידות	0	1
	10	2
	20	3
	30	4
	40	5

שאלה 30

מהי כמות ההזמנה האופטימלית?

130	1
135	2
140	3
145	4
כל התשובות האחרות הן שגויות.	5

שאלה 31

מהי כמות מלאי הביטחון האופטימלית?

0	1
10	2
20	3
30	4
40	5

שאלה 32

חברת "דשן אורז" רוכשת דשן אורגני מקיבוצים. את הדשן היא מקבלת במשאיות בנות 1,000 ק"ג כל אחת, אורזת אותו באריזות קטנות של 5 ק"ג ומשווקת אותו לחנויות. הביקוש השנתי למוצרי החברה הנו 500,000 ק"ג, עלות ביצוע הזמנה הנה 40 ₪ ועלות החזקת ק"ג אחד של דשן במלאי בשנה הנה 10 ₪. החברה מיישמת את מודל "גודל הזמנה כלכלי". גודל ההזמנה האופטימלי הוא:

- א. 2,500 ק"ג
- ב. שתי משאיות.
- ג. חסרים נתונים כדי לפתור את השאלה.
- ד. כמות שממנה ניתן להכין 500 אריזות.
- ה. יש יותר מתשובה אחת נכונה.

נתונים לשאלות 33-34

חברת "גולן" עוסקת במסחר במוצר "גליל" ומיישמת את מודל "גודל הזמנה כלכלי". החברה משווקת בחודש לפחות 500 יחידות "גליל" ובממוצע 1,500 יחידות. הכמות המקסימלית המשווקת בחודש היא 2,500 יחידות. את הזמנת חומרי הגלם מהספק היא צריכה לבצע 20 חודשים לפני מועד הקבלה הדרוש.

שאלה 33

בהנחה כי נקודת ההזמנה נקבעה כך שלא יהיה מחסור של מלאי וכמות ההזמנה נקבעה על 30,000 יחידות, מהי הכמות המקסימלית של יחידות במלאי ("מלאי מקסימום")?

- א. 80,000
- ב. 70,000
- ג. 60,000
- ד. 50,000
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 34

הנח עתה, בעקבות סיכונים נוספים העלולים לעכב את מועד הספקת המוצר, דורשת החברה שגם בתנאי ביקוש מקסימלי, רמת המלאי לא תפחת מכמות שתספיק ל-5 חודשי צריכה ממוצעת. מהי כעת נקודת ההזמנה בתנאי אי ודאות, ביחידות?

- א. 77,500
- ב. 50,000
- ג. 37,500
- ד. 7,500

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 35-36

חברת "כחץ מקשת" רוכשת מוטות אלומיניום לייצור חצים. המוטות מגיעים באריזות סגורות בנות 100 מוטות באריזה. עלות כל מוט 90 ₪ והוא מחולק ל-10 חיצים והביקוש השנתי הוא ל-1,000,000 חיצים בשנה, עלות ביצוע הזמנה הנה 80 ₪ ועלות החזקת אריזה אחת אחד במלאי בשנה הנה 4 ₪. החברה מיישמת את מודל "גודל הזמנה כלכלי".

שאלה 35

גודל ההזמנה האופטימאלי הוא

א. 200 אריזות

ב. 10 אריזות.

ג. 800 אריזות.

ד. 59 אריזות.

ה. חסר נתון לקביעת הנקודה האופטימאלית.

שאלה 36

הנח כי במהלך השנה הביקוש עמד במפתיע על 1,200,000 חיצים. גודל ההזמנה האופטימאלי נקבע לפי תחזית ביקוש של 1,000,000 חיצים. אילו החברה הייתה יודעת מראש כי הביקוש יהיה 1,200,000 חיצים בשנה, והייתה קובעת את כמות ההזמנה האופטימלית בהתאם, אז הרווח היה גדול יותר (קטן יותר) בסך

א. 76

ב. 4

ג. 284

ד. (360)

ה. (566)

נתונים לשאלות 37-38

חברת שנון מוכרת עדשות למצלמה. ישנם 250 ימי עבודה בשנה. הביקוש המקסימאלי הינו 2,000 עדשות לשנה. הצריכה הממוצעת היא 6 עדשות ליום וצריכה מינימאלית 4 יחידות ליום. זמן האספקה הינו 7 ימי עבודה.

שאלה 37

נקודת ההזמנה שתמנע חוסר היא:

א. 28 עדשות

ב. 42 עדשות

ג. 56 עדשות

ד. 14 עדשות

ה. נקודת ההזמנה שתמנע חוסרים היא נקודת לפי מודל גודל הזמנה כלכלי.

שאלה 38

מהי הכמות המינימאלית שתהיה במלאי?

א. 28 עדשות

ב. 42 עדשות

ג. 0 עדשות

ד. 14 עדשות

ה. האף תשובה אינה נכונה.

נתונים לשאלות 39-41

חברת "ברק" בע"מ (להלן: "החברה") מוכרת מוצר אחד ומנהלת את מערך המלאי שלה לפי עקרונות מודל "גודל ההזמנה הכלכלי" - EOQ. הביקוש השנתי למוצרי החברה הינו ל- 50,000 מוצרים. עלות ההחזקה של כל יחידת מוצר במלאי הינה 25 ש"ח לשנה. גודל ההזמנה האופטימלית הינו 10,000 יחידות.

זמן התגובה של ספק המוצרים הינו 10 ימי מסחר. (הניחו כי בשנה ישנם 250 ימי מסחר). התפלגות הביקוש למוצרי החברה הצפויה ב- 10 ימי מסחר הינה כדלקמן:

יחידות	
2,400	ביקוש מקסימאלי
2,000	ביקוש ממוצע
1,600	ביקוש מינימאלי

שאלה 39

מהי העלות הקבועה להזמנת 10,000 יחידות?

- א. 50,000 ש"ח.
- ב. 10,000 ש"ח.
- ג. 5,000 ש"ח.
- ד. 25,000 ש"ח.
- ה. אין מספיק נתונים כדי לענות על השאלה.

שאלה 40

בהנחה כי החברה אינה יכולה להרשות לעצמה מחסור במלאי, מהי נקודת ההזמנה האופטימלית?

- א. 0 יחידות
- ב. 1,600 יחידות
- ג. 2,400 יחידות
- ד. 2,000 יחידות
- ה. אין מספיק נתונים כדי לענות על השאלה.

שאלה 41

עבור מלאי הביטחון האופטימאלי, מהן סך העלויות לשנה של החזקת המלאי (ללא עלות ביצוע ההזמנות)?

- א. 128,125
- ב. 127,500
- ג. 130,000
- ד. 135,000
- ה. אף אחת מהתשובות האחרות.

שאלה 42

חברת ציקלון בע"מ עוסקת ביבוא ויצוא של צמיגים. החברה מנהלת את מלאי הצמיגים שלה לפי מודל EOQ. לאור ניסיונה וחישוביה נקבעה רמת המלאי הממוצעת על 80,000 צמיגים ללא מלאי ביטחון.

לקראת השנה הקרובה ערך חשב החברה בדיקה מקיפה והוא צופה את הדברים הבאים:

1. בעקבות השפל הכלכלי באירופה וכניסת מתחרה חדש לענף אנשי המכירות המליצו על הורדה של 10% ממחיר המכירה לצרכן.
2. פתיחת שלוחה באירופה בעלות של 150,000 ₪ לחודש.
3. פתיחת השלוחה תגדיל את עלות אחזקת היחידה במלאי ב- 15%.
4. פתיחת השלוחה וההנחה במקביל תגדיל את הביקושים ב- 23%.

לאור השינויים האמורים על החברה להגדיל את מספר היחידות המוזמנות ב-

א.	11,130
ב.	5,472
ג.	2,736
ד.	165,472
ה.	אף אחת מהתשובות לעיל

נתונים לשאלות 43-44

חברת "מכוניות המזרח" בע"מ (להלן: "החברה") הינה יבואן בלעדי של יצרן מכוניות מקוריאנה הדרומית. החברה מייבאת לארץ מכוניות נוסעים מדגם אחד בלבד, דגם "Z". הכנסות החברה נובעות מעמלת מכירות בשיעור של 6.5% ממחזור המכירות של הרכבים. היקף ההכנסות מעמלות הצפוי של החברה בשנת 2009 הינו 52,000 אלפי ש"ח. החברה מנהלת את מערך המלאי שלה לפי מודל ההזמנה הכלכלי - EOQ.

לקראת שנת 2010 מיעצים יועצי השיווק של החברה לחברה, להעמיק את מגוון המכוניות ולייבא לארץ, החל משנת 2010 שני דגמים נוספים (דגם "Q" ודגם "W") של מכוניות המיוצרות על ידי אותו יצרן. ההערכה היא שהדבר יביא לגידול של 35% בהיקף המכירות של הרכבים (לעומת המצב של מכירת מכוניות מדגם אחד בלבד) וכי התפלגות המכירות בין שלושת הדגמים תהיה שווה. הדגמים הנוספים מיוצרים באתרי הייצור של החברה בסין ובארה"ב. לכן יש להזמין כל דגם בנפרד. מחירי המכירה, שיעור עמלת המכירה, עלות ההזמנה הקבועה מכל אתר ייצור ועלות החזקת כל מכוניות במלאי, צפויים להיות זהים לנתונים המקבילים של מכוניות מדגם "Z" בשנת 2009.

שאלה 43

בהנחה כי סך הוצאות הזמנת והחזקת המלאי של מכוניות מדגם Z צפויות להסתכם בשנת 2009 ל- 4,000 אלפי ש"ח עבור גודל הזמנה אופטימאלי.

מה יהיה השינוי ברווח הצפוי לשנת 2010 (לעומת הרווח לשנת 2009) אם תתקבל המלצת יועצי השיווק? (עגלו תשובתכם במידת הצורך)

א.	13,467 אלפי ש"ח.
ב.	14,150 אלפי ש"ח.
ג.	15,272 אלפי ש"ח.
ד.	16,800 אלפי ש"ח.
ה.	17,467 אלפי ש"ח.

שאלה 44

הניחו עתה כי עלות הזמנת והחזקת מלאי של מכוניות מדגם Z צפויות להסתכם בשנת 2009 ל- 2,600 אלפי ₪ עבור גודל הזמנה אופטימאלי. מבדיקה נוספת עולה כי עלות החזקת כל מכונית מהדגמים "Q" ו-"W" במלאי, יקרה יותר ב- 20% מעלות החזקת כל מכונית מדגם "Z". מה יהיה השינוי בעלות הזמנת והחזקת המלאי (לעומת העלות בשנת 2009) אם תתקבל המלצת יועצי השיווק? (עגלו תשובתכם במידת הצורך)

- א. 2,965 אלפי ₪.
- ב. 3,547 אלפי ש"ח.
- ג. 4,050 אלפי ש"ח.
- ד. 4,296 אלפי ש"ח.
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

פרק 4: ניהול פרויקטים

נושאי השיעור

- תכנון PERT - Program Evaluation and Review Technique
- משך הזמן הממוצע לביצוע פעילות
- תוחלת זמן כוללת וסטיית תקן כוללת
- דוגמא לשימוש ב-PERT
- דרך לקבלת תרשים PERT מתוך טבלת הנתונים
- מושגים בסיסיים
- שיטת PERT עם שילוב ציר הזמן
- שיטת GANTT
- קיצור משך פרויקט

תכנון PERT (Program Evaluation and Review Technique)

לאחר מלחמת עולם השניה, במסגרת פרויקט בניית צוללת Polaris עבור הצי האמריקאי, המציאו מהנדסי תעשייה וניהול אמריקאיים את שיטת PERT לניהול פרויקטים שיש בהם שלבים רבים. מטרת השיטה הן:

- (א) לזהות אילו שלבים ניתן לבצע במקביל כדי לזרז את סיום הפרוייקט;
- (ב) לזהות את פרק הזמן המינימלי שצריך כדי לסיים את כל הפרוייקט;
- (ג) לברר כמה זמן ניתן לפגור בשלב מסוים בלי לגרום לדחייה בפרוייקט כולו;
- (ד) לברר כיצד ניתן להקטין את משך הפרוייקט כולו בעלות מינימלית.

כדי למצוא את פרק הזמן המינימלי לסיום הפרוייקט, יש לבדוק מהו המסלול הארוך ביותר. מסלול זה נקרא המסלול הקריטי (או "נתיב קריטי"). לאחר מכן, ניתן לחשב את זמן הפיגור האפשרי במסלולים מקבילים.

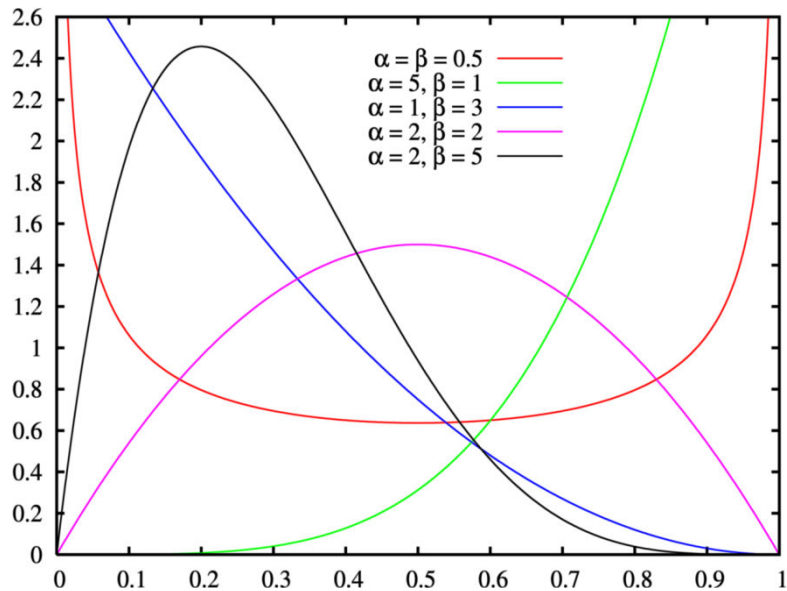
משך הזמן הממוצע לביצוע פעילות

זמן ביצוע פעילות הינו בדרך כלל משתנה אקראי שהתפלגותו לא ידועה. לכן, לא ניתן להעריך באופן מדויק את תוחלת זמן הביצוע.

התפלגות ביתא היא עבור x שמתפלג בין 0 ל-1 לפי פונקציה הצפיפות הבאה:

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{\int_0^1 u^{\alpha-1}(1-u)^{\beta-1} du}$$

בהינתן α ו- β מסוימים, הפונקציה מקבלת צורה שונה. לכן, קיימת אפשרות להתאים התפלגות ביתא להרבה מאד התפלגויות שנעות בין מינימום מסוים למקסימום מסוים.



בהנחה כי התפלגות זמן הביצוע מתפלגת ביתא, ניתן להעריך את תוחלת זמן הביצוע לפי הנוסחה

$$\text{הבאה} \quad \frac{Min + 4 * Most_likely + Max}{6}$$

Min
Most_likely
Max
 מינימום זמן הביצוע
 זמן הביצוע הצפוי ביותר
 מקסימום זמן הביצוע.

סטיית התקן של זמן הביצוע נאמדת ב- $\frac{Max - Min}{6}$

דוגמא:

משך הזמן לבניית שלד הוא:
 מינימום 4 שבועות
 צפוי 6 שבועות
 מקסימום 12 שבועות

בהנחת התפלגות ביתא, מהי משך הזמן הממוצע? $(4+4*6+12)/6 = 6.67$

מהי סטיית התקן של זמן הביצוע? $(12-4)/6 = 1.33$

תוחלת זמן כוללת וסטיית תקן כוללת

נניח לדוגמא כי לביצוע פרוייקט חברה צריכה לבצע 3 פעילויות ברצף ABC. תוחלת הזמן הכוללת של ביצוע הפרוייקט היא סכום תוחלת הפעילויות:

$$E(A + B + C) = E(A) + E(B) + E(C)$$

השונות של זמן הפרוייקט כולו, בהנחה שאין תלות בין אורך הזמן של הפעילויות השונות, היא סך השונות של הפעילויות השונות:

$$V(A+B+C) = V(A) + V(B) + V(C)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2} \quad \text{סטיית התקן של הפרוייקט כולו היא אם-כן}$$

לדוגמא, נניח כי תוחלת זמן הביצוע של ABC היא 13,10,6 בהתאמה.
וכן, סטיית התקן של ABC היא 2,4,3 בהתאמה.

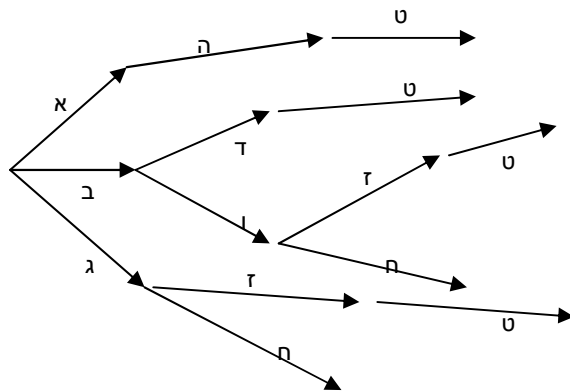
$$\begin{aligned} & \text{התוחלת של זמן הפרוייקט היא } 13+10+6=29 \\ & \text{סטיית התקן של הפרוייקט היא } (2^2+4^2+3^2)^{0.5}=5.4 \end{aligned}$$

דוגמא לשימוש ב- PERT:

נניח את הנתונים הבאים לגבי הפעילויות השונות (שלבי הפרוייקט השונים), משך ביצוע ותנאי קדם (איזה פעילויות יש לבצע קודם לפעילות זו).

<u>תנאי קדם</u>	<u>ממוצע משך ביצוע</u> (בשבועות)	<u>פעילות</u>
--	42	א
--	42	ב
--	35	ג
ב	22	ד
א	30	ה
ב	26	ו
ו, ג	27	ז
ו, ג	24	ח
ז, ה, ד	22	ט

לפי דרישות הקדם ניתן להסיק על המסלולים האפשריים בדרך הבאה

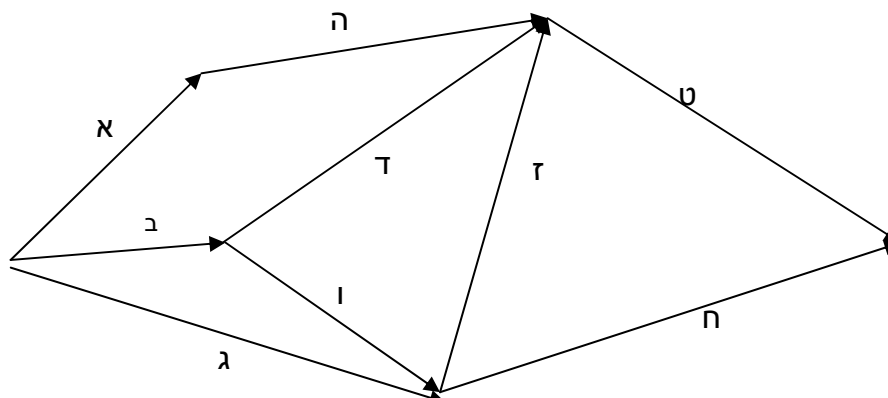


<u>מסלול</u>	<u>משך ביצוע כולל</u>
אהט	$=42+30+22$ 94
בדט	$=42+22+22$ 86
בוזט	$=42+26+27+22$ 117
בוח	$= 42+26+24$ 92
גזט	$=35+27+22$ 84
גח	$= 35+25$ 57

כדי לסיים את הפרוייקט כולו חייבים לבצע את כל הפעילויות. לכן, משך הזמן הקצר ביותר שניתן לסיים את הפרוייקט הוא 117 שבועות. בזמן שמבצעים את המסלול **בוזט** ניתן במקביל לבצע את הפעילויות האחרות. המסלול **בוזט** הוא "המסלול הקריטי" או "הנתיב הקריטי".

תרשים PERT

תרשים PERT "עושה סדר" בתרשים המסלולים האפשריים הנ"ל ע"י איחוד חיצים כפולים.



דרך לקבלת תרשים PERT מתוך טבלת הנתונים

נתחיל מטבלת הנתונים, ונוסיף לה שני טורים נוספים עבור קודקוד התחלה וקודקוד סיום.

הכללים הם פשוטים:

- אם לפעילות אין תנאי קדם אז קודקוד ההתחלה הוא B. (התחלת הפרוייקט)
- אם לפעילות יש תנאי קדם מידי של פעילות אחרת אז קודקוד ההתחלה = קודקוד הסיום של הפעילות האחרת.
- אם הפעילות לא מהווה תנאי קדם לאף פעילות אחרת אז קודקוד הסיום שלה הוא E (סוף הפרוייקט).

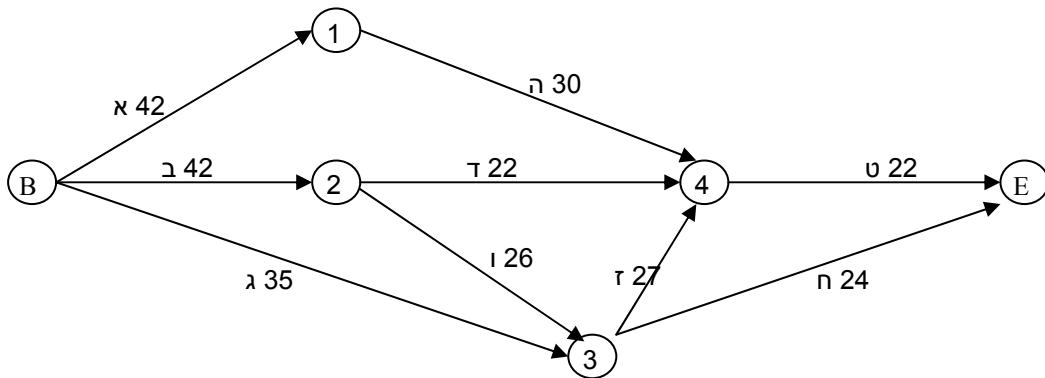
יישום הכללים לדוגמא:

- אנו מזהים שלפעילויות א, ב, ג אין תנאי קדם. לכן, קודקוד ההתחלה שלהם הוא B.
- אנו מזהים שפעילויות ח, ט לא מהוות תנאי קדם לאף פעילות אחרת. לכן קודקוד הסיום שלהן הוא E.
- לפעילויות ג, ו יש אותו קודקוד סיום;
- לפעילויות ד, ה, ז יש אותו קודקוד סיום;
- לפעילויות ד, ו אותו קודקוד התחלה;
- לפעילויות ז, ח אותו קודקוד התחלה.

עדיף להתחיל קודם עם קודקודי הסיום. לאחר מכן, לעבור לקודקודי ההתחלה.

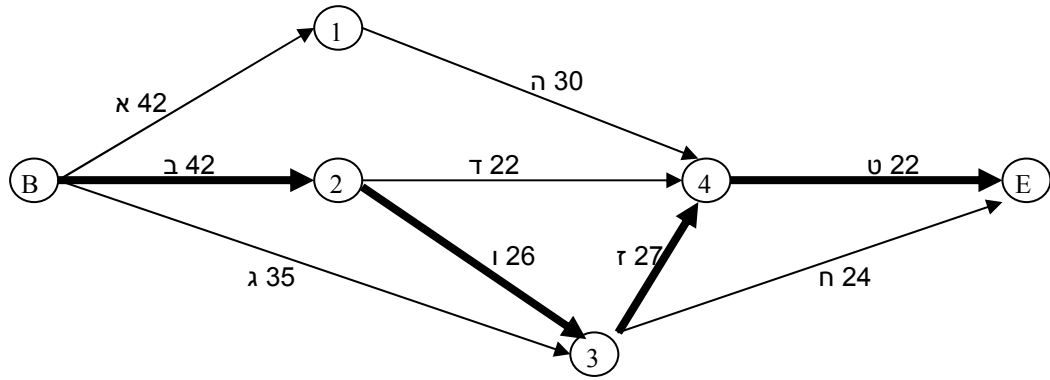
<u>קודקוד סיום</u>	<u>תנאי קדם</u> <u>מיידיים</u>	<u>ממוצע משך</u> <u>ביצוע (בשבועות)</u>	<u>פעילות</u>	<u>קודקוד התחלה</u>
1	--	42	א	B
2	--	42	ב	B
3	--	35	ג	B
4	ב	22	ד	2
4	א	30	ה	1
3	ב	26	ו	2
4	ו, ג	27	ז	3
E	ו, ג	24	ח	3
E	ז, ה, ד	22	ט	4

התרשים להלן מציג קודקודים וחיצים. כל חץ מסמל פעילות. ליד כל תהליך ("פעילות" או "משימה") רשומה הפעילות (א, ב, ...). וכן הזמן הממוצע לביצועו (מס' שבועות)



ניתן למצוא את המסלול הקריטי בדרך של "הליכה לאחור". יש להתחיל בצומת לפני אחרונה, צומת 4, ולמצוא את המסלול הארוך ביותר מצומת זו. לאחר מכן, יש לעבור אחורה לצמתים קודמים (1,2,3) ולמצוא את המסלול הארוך ביותר מכל אחד מהם. לאחר מכן, יש לעבור אחורה לנקודת הפתיחה B ולמצוא את המסלול הארוך ביותר ממנה.

<u>אורך המסלול</u>	<u>מסלול ארוך ביותר</u>	<u>צומת/נקודה</u>
22	4-E	4
49	3-4-E	3
52	1-4-E	1
75	2-3-4-E	2
117	B-2-3-4-E	B



מושגים בסיסיים

כמה זמן ניתן לפגר במסלול B-1-4 בלי לעכב את כל הפרוייקט? כיוון שהמסלול הקריטי B-2-3-4 לוקח 95 שבועות, והמסלול B-1-4 לוקח 72 שבועות, ניתן לפגר ב- 23 שבועות במסלול B-1-4 בלי לעכב את הפרוייקט כולו.

כמה זמן ניתן לפגר במסלול 2-4 בלי לעכב את כל הפרוייקט? כיוון שהמסלול הקריטי B-2-3-4 לוקח 53 שבועות, והמסלול 2-4 לוקח 22 שבועות, ניתן לפגר ב- 31 שבועות במסלול 2-4 בלי לעכב את הפרוייקט כולו.

הזמן שניתן לפגר במשימה מסוימת בלי לעכב את הפרוייקט כולו נקרא **זמן ציפה (slack time)**

הזמן המוקדם ביותר להתחלת פעילות מסוימת הינו הזמן המצטבר של כל דרישות הקדם לפעילות זו.

לדוגמא, הזמן המוקדם ביותר לביצוע פעילות ח ($E \leq 3$) הוא $42+26=68$. שימו לב כי לא ניתן להגיע אל קודקוד 3 מוקדם יותר בגלל שצריך קודם לבצע את פעילויות ב, ו. ($3 \leq B \leq 2$)

הזמן המאוחר ביותר להתחלת פעילות מסוימת הינו המועד המאוחר ביותר שניתן להתחיל את הפעילות בלי לגרום לעיכוב בפרוייקט כולו.

לדוגמא, הזמן המאוחר ביותר לביצוע פעילות ח (מנקודה 3 אל נקודה E) הוא $68+27+22-24=68+25=93$. שימו לב כי מקודקוד 3 יש בכל מקרה לבצע את המסלול $E \leq 4 \leq 3$ שלוקח $27+22$ שבועות. לכן, עיכוב של 25 שבועות נוספים בביצוע פעילות ח ממילא לא יגרום לעיכוב הפרוייקט כולו.

זמן הציפה הוא ההפרש בין הזמן המאוחר יותר לזמן המוקדם ביותר. לדוגמא, זמן הציפה של פעילות ח הוא 25 שבועות. אם נאחר מקסימום 25 שבועות בביצוע פעילות ח לא נעכב את כל הפרוייקט.

זמן הציפה של כל פעילות על המסלול הקריטי הוא 0. לכל פעילות על המסלול הקריטי הזמן המוקדם ביותר הוא גם הזמן המאוחר ביותר.

מושגים נוספים

יישנם מקרים בהם חייב לעבור פרק זמן בין משימות עוקבות. לדוגמא, יש לחכות יומיים ממועד יציקת התקרה למועד המשך הבניה על התקרה. זמן זה נקרא **LAG time**.

יישנם מקרים בהם ניתן להתחיל משימה עוקבת לפני תום המשימה שלפניה. לדוגמא, ניתן להתחיל את ביצוע הרכבת הציוד לפני תום השיפוץ. זמן זה נקרא **LEAD time**.

שיטת PERT עם שילוב ציר הזמן

נכין את התרשים תוך הקפדה על כך שההשלכה על פני ציר הזמן תייצג את אורך הפעילות.

כיצד מכינים את תרשים ה-PERT בשיטה זו?

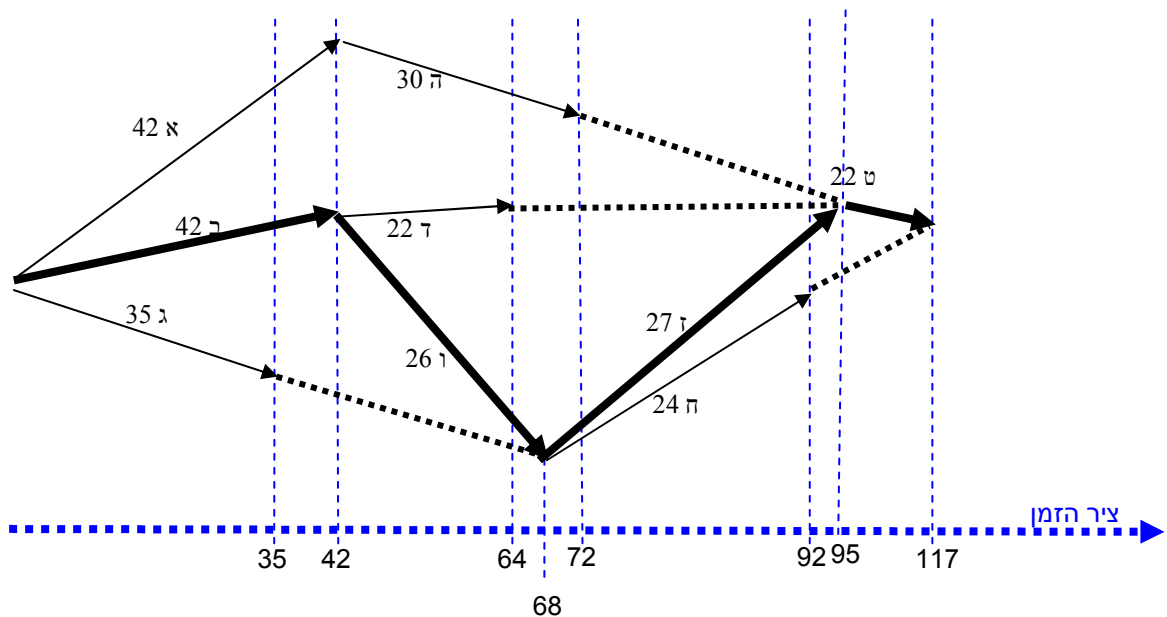
ראשית יש להכין את תרשים ה-PERT הראשוני. לאחר מכן, לצייר את תרשים ה-PERT מחדש תוך הוספת קווים אנכיים ("קווים שווי זמן"). המרחק בין קווים אלה מודד את זמן הפעילות (זו בעצם ההשלכה על ציר הזמן האופקי). בתרשים להלן הוספתי את קווי הזמן האנכיים בצבע כחול.

לדוגמה, פעילות א ופעילות ב לוקחות אותו זמן (42). לכן, ההשלכה שלהן על ציר הזמן היא 42. בשיטה זו אנו רואים מיידית את הפעילויות שיש להן זמן ציפה (קו מקווקו.....). המסלול הקריטי הוא המסלול בו אין זמן ציפה כלל.

יתרונות השיטה:

- ניתן לזהות מיידית את אורך הזמן הכולל של הפרוייקט;
- ניתן לזהות מיידית את המסלול הקריטי (מסלול ללא זמן ציפה);
- ניתן לראות מיידית את זמן הציפה לפעילויות שאינן על המסלול הקריטי.

להלן תרשים שמתקבל



כפי שנראה בתרשים, זמן הציפה של פעילויות שאינן במסלול הקריטי הוא:

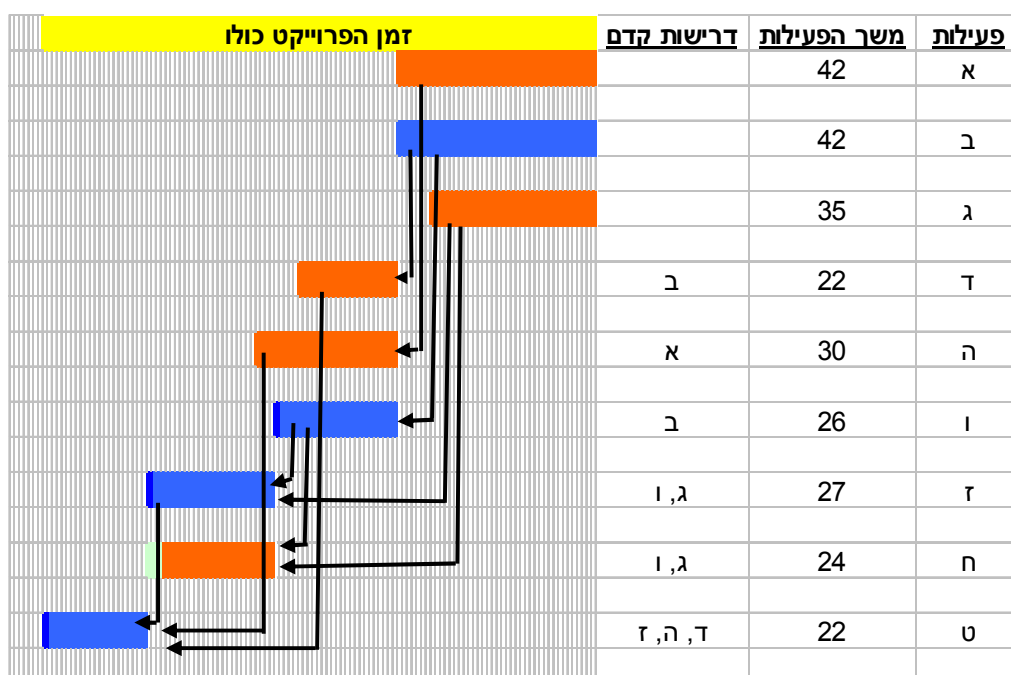
$33=68-35$	פעילות ג
$31=95-64$	פעילות ד
$27=95-68$	פעילות א+ה
$25=117-92$	פעילות ח

שיטת GANTT

לכל אחת מהמשימות יש אורך זמן (הצבע בתרשים מייצג את אורך הזמן). כל המשימות שניתן לבצע במקביל מתחילות מאותו קו אנכי.

משימות שיש להם דרישות קדם יכולות להתחיל רק לאחר מילוי כל דרישות הקדם. לכן, משימה ט יכולה להתחיל רק לאחר סיום כל המשימות הבאות: ד, ה, ז.

המסלול הקריטי מסומן בצבע כחול. אורך. המסלול הוא 117. ניתן לקצר את משך הפרוייקט כולו רק אם נקצר את המשימות במסלול הקריטי.



זמן הציפה

פעילות א - שים לב כי זמן הציפה של הפעילויות א+ה הוא ביחד
 $(42+26+27)-(40+32)=95-72=23$
 לכן, ניתן לדחות את פעילות א ב- 23 שבועות (בתנאי שפעילות ה ללא תחרוג מ- 32 שבועות ותחל מיד בתום פעילות א).

פעילות ג - $42+26-35=33$. ניתן לראות זאת ביתר בהירות בתרשים ה-PERT.

היתרון של שיטת Gantt הוא במהירות יישומה וזיהוי קל של המסלול הקריטי. החיסרון בשיטה זו היא שקשה יותר לראות את זמן הציפה של הפעילויות שלא נמצאות על המסלול הקריטי.

דוגמא 1

רשת מזון מהיר מתכננת לפתוח מזללה חדשה. להלן המשימות שיש לבצע:

<u>מספר</u>	<u>שם המשימה</u>	<u>זמן לביצוע בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	לאתר מקום מתאים	8	אין
ב	לראיין עובדים	4	אין
ג	לשכור עובדים ולהדריך	9	ב
ד	לשפץ את המקום	11	א
ה	להזמין ריהוט וציוד	6	א
ו	להרכיב ולהתקין את הריהוט והציוד	3	ד, ה
ז	לבצע את הכניסה	1	ג, ו

נדרש:

1. מהו המסלול הקריטי? כמה זמן יימשך הפרוייקט כולו?
2. מהו זמן הציפה לכל אחת מהמשימות? (slack time)

תשובה 1

פתרון מהיר "ללא ציורים"

ניתן לפתור בעיה זו ללא "ציורים". נסקור את כל מסלולים האפשריים, ונחשב את האורך של כל מסלול. בניית המסלולים נעשית לפי דרישות הקדם.

אורך מסלול	
23	אדוז
18	אהוז
14	בגז

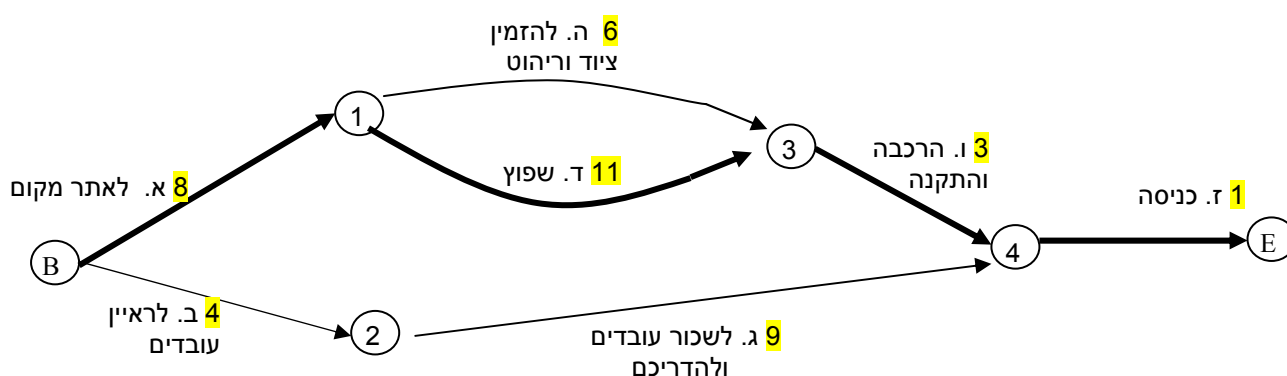
לכן, המסלול הקריטי הוא **אדוז** (אתור המקום, שפוץ, התקנת ציוד, כניסה) ואורכו הוא 23 שבועות. לכל משימה שאיננה במסלול הקריטי יש זמן ציפה.

זמן הציפה למסלול **אהוז** הוא 5 שבועות. זהו זמן הציפה למשימה ה בלבד (יתר המשימות הן במסלול הקריטי).

זמן הציפה למסלול **בגז** הוא 9 שבועות. זהו זמן הציפה למשימות ב+ג יחדיו.

פתרון בדרך של שימוש ב- PERT

<u>קודקוד התחלה</u>	<u>מספר</u>	<u>שם המשימה</u>	<u>זמן לביצוע</u>	<u>דרישות קדם</u>	<u>קודקוד סיום</u>
B	א	לאתר מקום מתאים	8	אין	1
B	ב	לראיין עובדים	4	אין	2
2	ג	לשכור עובדים ולהדריכם	9	ב	4
1	ד	לשפץ את המקום	11	א	3
1	ה	להזמין ריהוט וציוד	6	א	3
3	ו	להרכיב ולהתקין את הריהוט והציוד	3	ה, ד	4
4	ז	לבצע את הכניסה	1	ג, ו	E



המסלול הקריטי הוא:

לאתר מקום; לשפץ, להרכיב ולהתקין; וכניסה.
אורך המסלול הקריטי הוא 23 שבועות.

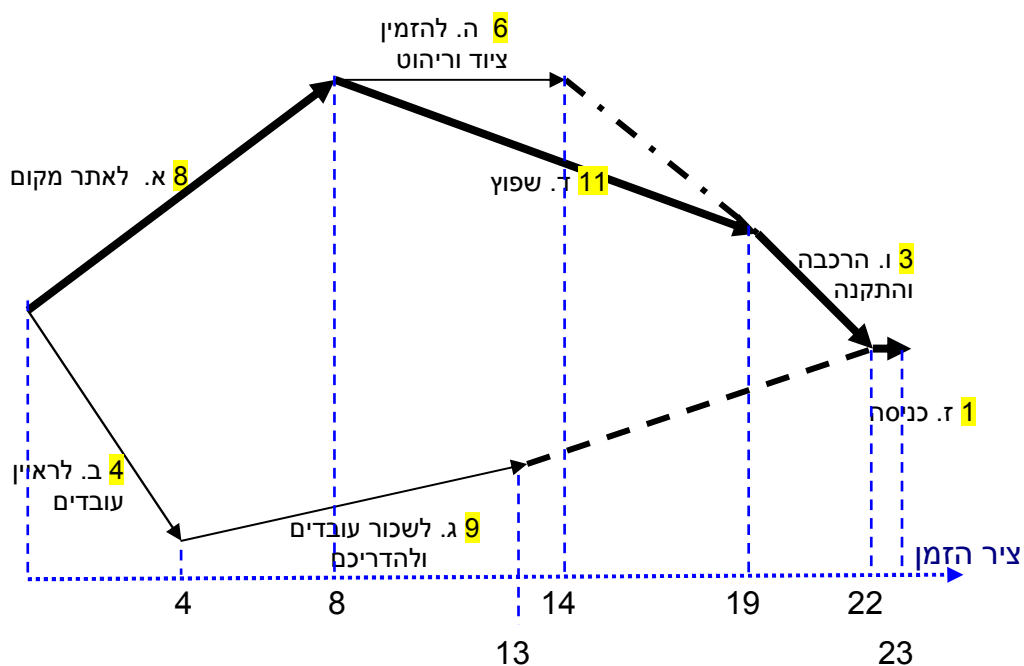
למשימות של המסלול הקריטי אין זמן ציפה. במילים אחרות, כל איחור יגרום לאחור בפרוייקט כולו.

ראיון עובדים והדרכת עובדים: שתי משימות אלה יכולות, יחדיו, לפגר במקסימום 9 שבועות בלי לעכב את הפרוייקט.

הזמנת ריהוט וציוד: משימה זו יכולה לפגר ב- 5 שבועות בלי לעכב את הפרוייקט. (זמן ציפה = 5).

פתרון בדרך PERT עם שילוב ציר הזמן

נכין את תרשים ה-PERT תוך הקפדה על "קווי הזמן" (המרחק בין הקווים האנכיים שווה לזמן הפעילות).

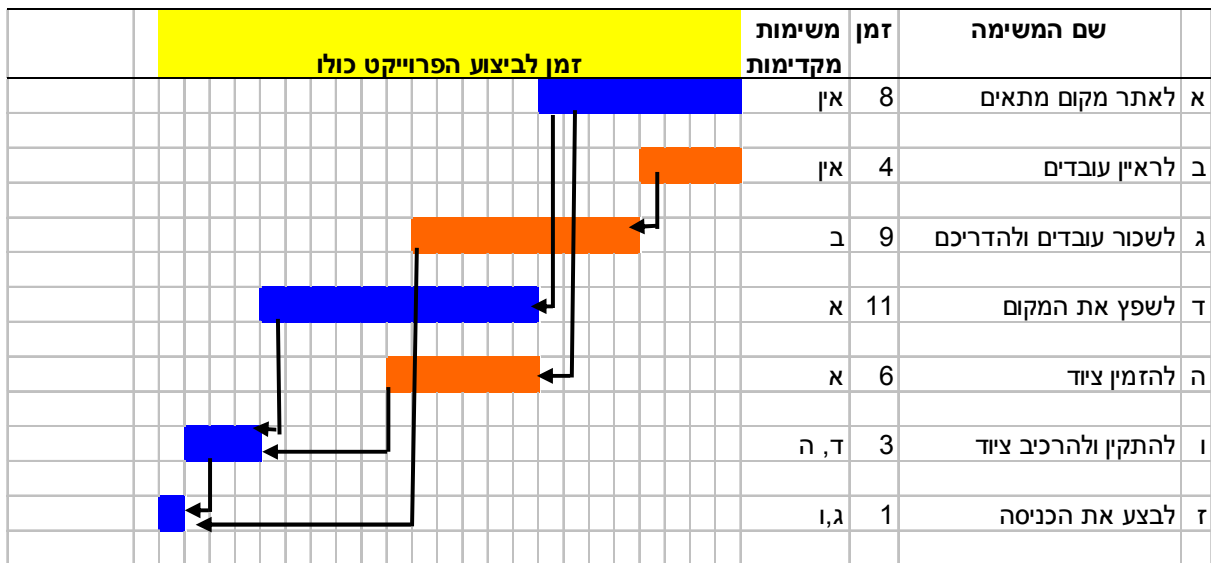


ניתן לראות מיידית כי המסלול הקריטי הוא אדוז. אורך המסלול הקריטי הוא 23 שבועות.

זמן הציפה למסלול בג הוא $9 = 22 - 13$

זמן הציפה לפעילות ה הוא $5 = 19 - 14$

פתרון בדרך שימוש ב- Gantt



ניתן לראות כי המסלול הקריטי הוא משימות א, ד, ו, ז.

למשימות ב+ג יחד יש זמן ציפה של 9 שבועות.

למשימה ה יש זמן ציפה 5 שבועות.

דוגמא 2

סטודנט לחשבונאות צריך לסיים את הקורסים הבאים:

<u>מספר קורס</u>	<u>שם הקורס</u>	<u>זמן הקורס בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	פיננסית א	12	--
ב	פיננסית ב	14	א
ג	ביקורת א	9	--
ד	ביקורת ב	15	ג
ה	מסים	18	א
ו	תיאוריה חשבונאית	6	ב

מהו משך הלימודים הקצר ביותר?

תשובה 2

פתרון "ללא ציורים"

ניתן לפתור בעיה זו ללא "ציורים". נסקור את כל מסלולים האפשריים, ונחשב את האורך של כל מסלול.
בניית המסלולים נעשית לפי דרישות הקדם.

אורך מסלול	
32	אבו
30	אה
24	גד

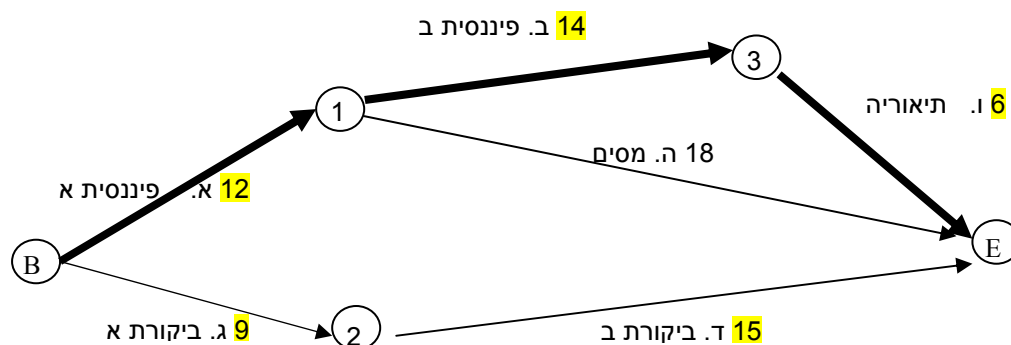
לכן, המסלול הקריטי הוא **אבו** (פיננסית א, פיננסית ב, תיאוריה חשבונאית) ואורכו הוא 32 שבועות. לכל קורס שאיננו במסלול הקריטי יש זמן ציפה.

זמן הציפה למסלול אה הוא 2 שבועות. זהו זמן הציפה לקורס ה בלבד (יתר הקורסים הן במסלול הקריטי).

זמן הציפה למסלול גד הוא 8 שבועות. זהו זמן הציפה לקורסים ג+ד יחדיו.

פתרון בדרך של שימוש ב- PERT

<u>קודקוד</u> <u>סיום</u>	<u>דרישות קדם</u>	<u>זמן הקורס</u> <u>בשבועות</u>	<u>שם הקורס</u>	<u>מספר</u> <u>קורס</u>	<u>קודקוד</u> <u>התחלה</u>
1	--	12	פיננסית א	א	B
3	א	14	פיננסית ב	ב	1
2	--	9	ביקורת א	ג	B
E	ג	15	ביקורת ב	ד	2
E	א	18	מסים	ה	1
E	ב	6	תיאוריה חשבונאית	ו	3



המסלול הקריטי הוא:

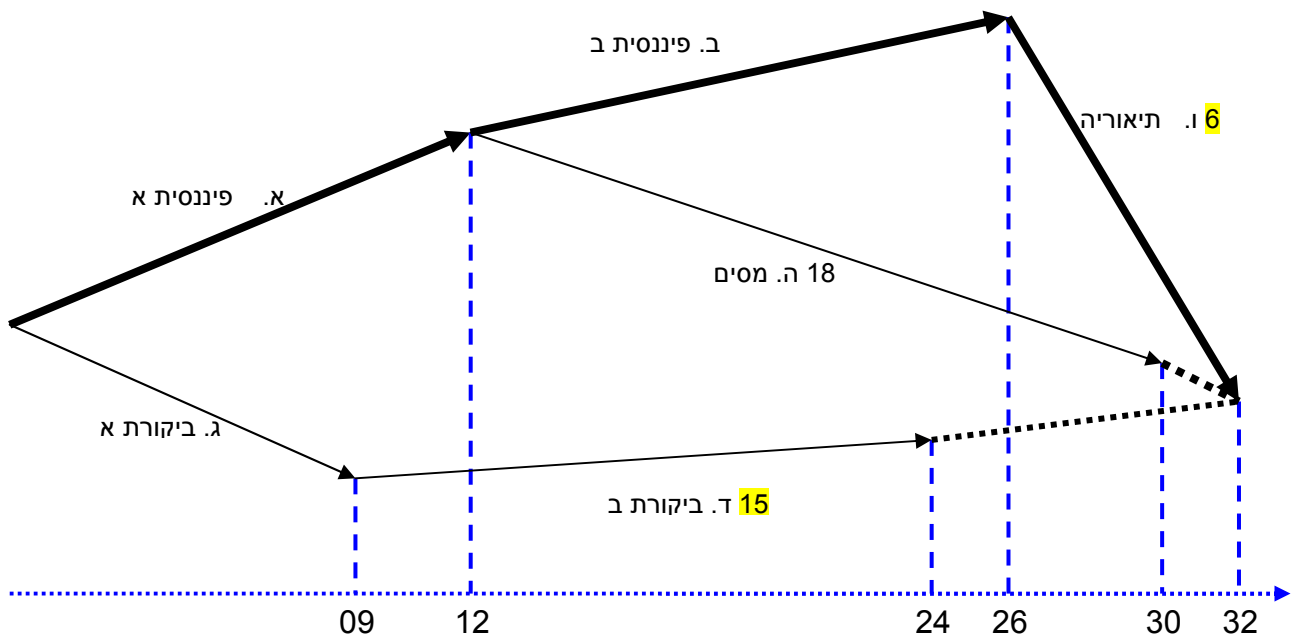
פיננסית א, פיננסית ב, תיאוריה חשבונאית
 אורך המסלול הקריטי הוא 32 שבועות.
 למשימות של המסלול הקריטי אין זמן ציפה. במילים אחרות, כל איחור יגרום לאחור בפרוייקט כולו.

ביקורת א+ביקורת ב: לשני קורסים אלה יש זמן ציפה 8 שבועות.

מסים: זמן ציפה 2 שבועות.

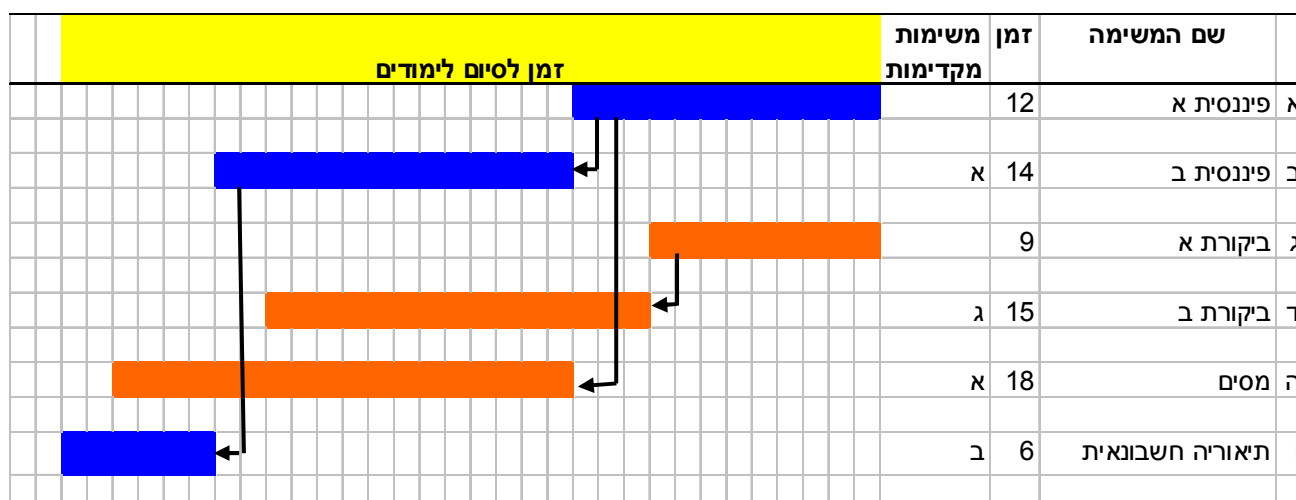
פתרון בדרך של PERT עם שילוב ציר הזמן

נייצר את תרשים ה-PERT כך שההיטל של כל פעילות על ציר הזמן הוא אורך הזמן של הפעילות.



ניתן לראות מיידית כי זמן הציפה של הקורס במסים הוא 2 שבועות. וכן, זמן הציפה של ביקורת א+ ביקורת ב הוא 8 שבועות.

GANTT לוח



ניתן לראות כי המסלול הקריטי הוא פיננסית א, פיננסית ב, תיאוריה. אורך המסלול הקריטי הוא 32 שבועות.

זמן הציפה של פעילויות ג+ד הוא 8 שבועות
 זמן הציפה של פעילות ה הוא 2 שבועות.

קיצור משך פרוייקט

באופן כללי, יש להשוות בין התועלת מקיצור משך הפרוייקט לבין עלות הקיצור.

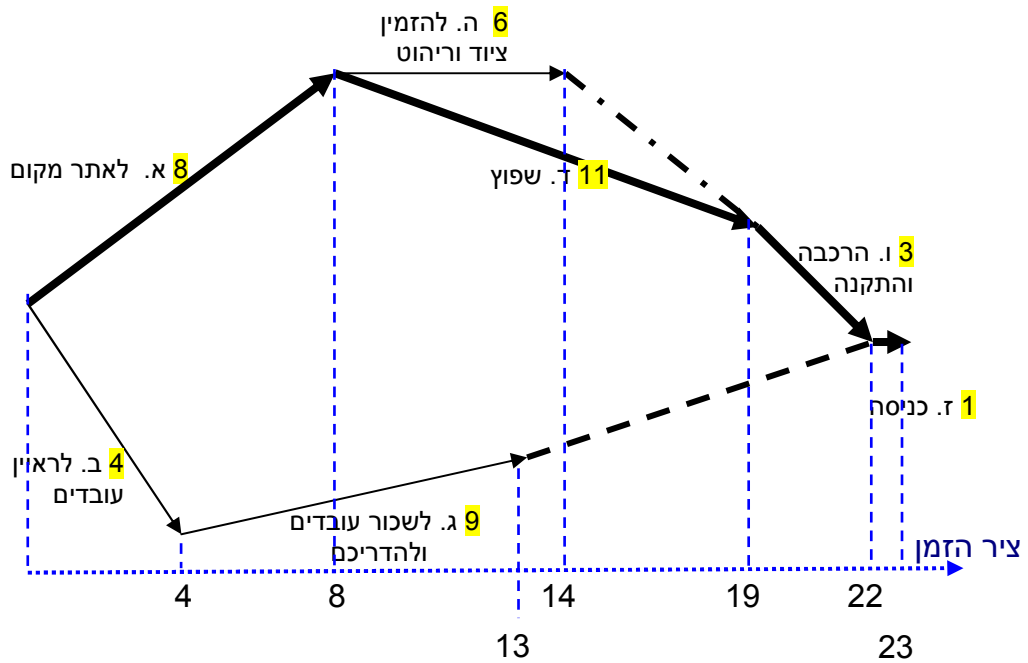
- התועלת מקיצור משך הפרוייקט יכולה להתבטא במספר דברים. לדוגמא, קיצור משך בניה של בנין
- מקטין את עלות המימון של פרוייקט הבניה;
 - מאפשר את מכירת הדירות בעיתוי מהיר יותר (הסיכוי להפסדת קונים פוטנציאליים קטן);
 - חוסך גניבות מאתר הבניה.

ניתן לקצר את אורך הזמן הכולל של פרוייקט אם ורק אם נקצר את משך הזמן של לפחות אחת מהפעילויות שנמצאות על המסלול הקריטי.

לכן, בשלב ראשון יש לזהות את הפעילויות על המסלול הקריטי; בשלב שני יש לבחון את עלות הקיצור של כל אחת מפעילויות אלה; בשלב השלישי יש להשוות את העלות המינימלית לקיצור משך הפרוייקט לתועלת מקיצור הפרוייקט. כמובן שיש לקצר את משך הפרוייקט רק אם התועלת מקיצור זה גבוהה מעלותו.

לדוגמא, ניקח את המקרה הבא: רשת מזון מהיר מתכננת לפתוח מזללה חדשה. להלן המשימות שיש לבצע:

<u>מספר</u>	<u>שם המשימה</u>	<u>זמן לביצוע בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	לאתר מקום מתאים	8	אין
ב	לראיין עובדים	4	אין
ג	לשכור עובדים ולהדריכם	9	ב
ד	לשפץ את המקום	11	א
ה	להזמין ריהוט וציוד	6	א
ו	להרכיב ולהתקין את הריהוט והציוד	3	ד, ה
ז	לבצע את הכניסה	1	ג, ו



החברה רוצה לבחון את הכדאיות של הקטנת זמן הפרוייקט כולו. התועלת מקיצור זמן הפרוייקט שווה 50,000 ₪ לכל שבוע של קיצור זמן.

להלן נתונים על עלויות נוספות לקיצור זמן הפרוייקט:

פעילות	שבוע 1	שבוע 2	שבוע 3	שבוע 4
א	30,000	38,000	52,000	55,000
ב	25,000	29,000	39,000	לא ניתן
ג	23,000	27,000	36,000	54,000
ד	38,000	45,000	51,000	53,000
ה	49,000	49,500	51,000	53,000
ו	40,000	לא ניתן		
ז	לא ניתן			

ראינו לעיל (דוגמא 1) כי המסלול הקריטי הוא **אדוז** (אתור המקום, שפוף, התקנת ציוד, כניסה) ואורכו הוא 23 שבועות.

התועלת השולית מקיצור של שבוע הוא 50,000 ₪. לכן, כל זמן שהעלות השולית קטנה יותר מ-50,000 ₪ כדאי לקצר את המסלול הקריטי. לכן, נקצר בשבועיים את פעילות א'; נקצר בשבועיים את פעילות ד; ונקצר בשבוע את פעילות ו. יש לשים לב כי המסלול הקריטי לא השתנה עם הקיצורים. אם, בעקבות קיצור של פעילות מסויימת בשבוע, נוצר מסלול קריטי נוסף אזי יש לבדוק את עלות הקיצור של שני המסלולים כיוון שקיצור רק באחד מהם לא יקצר את הפרוייקט כולו.

תרגילים

שאלה 1

חברת אבירם בע"מ בונה קוטג'ים דו משפחתיים. עלות השלד היא לפי מ"ר בניה ואינה תלויה בתוכניות האדריכליות הספציפיות.

להלן רשימת המשימות, זמניהן, ודרישות קדם:

<u>מספר</u>	<u>שם המשימה</u>	<u>זמן לביצוע בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	לאתר מקום מתאים לבניה ולרוכשו	3	--
ב	להכין תוכניות אדריכליות	4	א
ג	לקבל הצעות לעבודת שלד ולבחור קבלן שלד	3	--
ד	בניית שלד	6	ב, ג
ה	צנרת חשמל	2	ד
ו	צנרת מים	3	ד
ז	טיח	4	ה, ו
ח	קבלת הצעות ריצוף ובחירה	2	ב
ט	ריצוף	4	ח, ז
י	צבע יסוד + שכבה נוספת	2	ט
י"א	קבלת הצעות אלומיניום ובחירה	3	ב
י"ב	התקנת אלומיניום	1	י, י"א
י"ג	רכישת דלתות והתקנה	2	י

נדרש:

1. מהו המסלול הקריטי?
2. מהו זמן הציפה למשימות ג, ה, ח, י"א, י"ב?

שאלה 2

רשת מזון מהיר מתכננת לפתוח מזללה חדשה. להלן המשימות שיש לבצע:

<u>מספר</u>	<u>שם המשימה</u>	<u>זמן לביצוע בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	לאתר מקום מתאים	2	אין
ב	לראיין עובדים	3	אין
ג	לשכור עובדים ולהדריכם	10	ב
ד	לשפץ את המקום	5	א
ה	להזמין ריהוט וציוד	4	א
ו	להרכיב ולהתקין את הריהוט והציוד	3	ד, ה
ז	לבצע את הכניסה	1	ג, ו

נדרש:

3. מהו המסלול הקריטי? כמה זמן יימשך הפרוייקט כולו?
4. מהו זמן הציפה לכל אחת מהמשימות? (slack time)

שאלה 3

במכללה הצבאית לתורת הגרעין, סטודנט איראני צריך לסיים את הקורסים הבאים:

<u>מספר קורס</u>	<u>שם הקורס</u>	<u>זמן הקורס בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	יסודות הגרעין	6	--
ב	פיצוח מתקדם	10	א
ג	תחזוקת מערכות	15	--
ד	סוגיות בתחזוקה	10	ג
ה	בניית מתקני שיגור	12	א
ו	הרכבת פצצות	8	ב

מהו משך הלימודים הקצר ביותר?
מהו זמן הציפה לפעילויות השונות?

שאלה 4

חברת שמרית בע"מ עוסקת בעבודות בניה. להלן פרטי הפעילויות, משך ביצוען ודרישות הקדם:

<u>מספר</u>	<u>שם הפעילות</u>	<u>זמן לביצוע בשבועות</u>	<u>דרישות קדם</u>
א	שלד	5	--
ב	אינסטלציה	3	א
ג	חשמל	1	א
ד	ריצוף	2	ב, ג
ה	צבע	2	ד

נדרש:

3. מהו המסלול הקריטי?
4. מהו זמן הציפה של הפעילויות השונות?

שאלה 5

חברה מבצעת פרוייקט X. להלן נתונים על הפעילויות של הפרוייקט (הזמן הוא בשבועות):

פעילות	תנאי קדם	זמן מינימלי	זמן צפוי ביותר	זמן מקסימלי
א	--	5	7	15
ב	--	4	7	10
ג	--	3	8	13
ד	א	3	9	15
ה	ב	12	14	16
ו	ב, ד	4	9	14
ז	א, ג	3	10	17
ח	ו	2	5	8
ט	ז, ח	4	6	14
י	ט	8	11	14

נדרש:

1. מהו משך הזמן הממוצע לכל פעילות?
2. מהו הנתיב הקריטי?
3. מהו זמן הציפה לכל אחת מהפעילויות?
4. התועלת מקיצור זמן הפרוייקט בשבוע הוא 40,000 ₪, העלות של קיצור פעילות ג היא 10,000 ₪. האם כדאי לקצר את זמן הפעילות? הסבירי/הסברי אילו פעילויות כדאי לקצר ובאילו תנאים?

נתונים לשאלות 6-9

חברת "המלך בבר" בע"מ מתכננת הקמת מבנה רב קומות בסמוך לירקון. הקמת המבנה כוללת שמונה שלבים כדלקמן:

שלב	משך הביצוע בחודשים	תנאי קדם
א'	13.5	אין
ב'	15.0	אין
ג'	23.5	סיום שלב א'
ד'	9.5	סיום שלב א'
ה'	34.0	סיום שלב א'
ו'	23.5	סיום שלבים ב' ו ג'
ז'	6.0	סיום שלב ד'
ח'	11.5	סיום שלב ה'

שאלה 6

מהו משך הזמן המינימלי שבו ניתן להשלים את המבנה:

1. 29.0 חודשים.
2. 59.0 חודשים.
3. 38.5 חודשים.
4. 60.5 חודשים.

שאלה 7

מהו משך הזמן המירבי שבו ניתן לדחות את תחילת ביצוע שלב ד' מבלי לדחות את סיום הפרוייקט כולו?

1. 31.5 חודשים.
2. 22.0 חודשים.
3. 11.5 חודשים.
4. 1.5 חודשים.

שאלה 8

הנח עתה כי מספר שלבים בפרוייקט ניתנים לקיצור כדלקמן:

מספר חודשים לקיצור*	עלות בש"ח לחודש קיצור	שלב
0.5	1,000	א
4.0	200	ב
3.5	1,200	ג
2.5	1,500	ה
0.5	1,000	ו
1.0	300	ז

*- הנח כי ניתן לקצר פעולות גם בחצאי חודשים.

מה תהיה העלות הכוללת הנדרשת כדי לקצר את משך ביצוע הפרוייקט ב – 3.0 חודשים?

1. 4,900 ש"ח
2. 4,400 ש"ח
3. 3,600 ש"ח
4. 3,400 ₪

שאלה 9

הנח עתה כי לרשות החברה תקציב של 7,600 ש"ח לצורך קיצור משך הבנייה. מהו משך הקיצור המירבי הניתן להשגה בתקציב זה?

1. 3.5 חודשים.
2. 4.0 חודשים.
3. 4.5 חודשים.
4. 5.0 חודשים.

נתונים לשאלות 10-12

חברת "רזיאל" מתכננת ביצוע עבודה קבלנית הכוללת שישה שלבים כדלקמן :

השלב	משך שבועות	תנאי קדם	עלות ביצוע שח	שבועות שניתן לקצר	עלות קיצור שבוע בשח
א	54	-	60,000	2	30,000
ב	56	א	240,000	8	1,000
ג	52	א	20,000	2	24,000
ד	34	א	16,000	4	8,000
ה	20	ד	8,000	1	9,000
ו	50	ב,ג,ה	32,000	-	-
			376,000		

התבונן בטבלה, בשלוש עמודות ימניות בלבד (התעלם מאפשרויות קיצור השלבים)

שאלה 10

מהו משך הזמן המינימאלי להשלמת הפרויקט ?

1. 152 שבועות
2. 156 שבועות
3. 158 שבועות
4. 160 שבועות
5. 162 שבועות

שאלה 11

מהו משך הזמן המרבי בו ניתן לדחות את תחילת ביצוע שלב ג מבלי לעכב את מועד השלמת הפרויקט ?

1. 2 שבועות
2. 4 שבועות
3. 6 שבועות
4. 0 שבועות
5. 3 שבועות

שאלה 12

נתונים נוספים:

התבונן כעת גם בשלוש עמודות שמאליות בטבלה.
בנוסף לעלויות שלעיל על החברה לשלם 5,000 שח לכל שבוע של ביצוע עבודה. התמורה הצפויה מביצוע הפרויקט הינה 1,400,000 שח בתנאי שיושלם תוך 157 שבועות.
מה יהיה הרווח מהפרויקט אם יושלם בזמן של 157 שבועות ?

1. 228,000 שח
2. 229,000 שח
3. 232,000 שח
4. 240,000 שח
5. 213,000 שח

להלן נתונים לשאלות 13-15

להלן שלבים בהספנת אוניה במספנות ישראל זמנים (בימים) ועלויות ב- \$:

עלות קיצור ביום \$ אחד	מספר ימים מקסימלי שניתן לקצר	עלות ליום \$	תנאי קדם (קדימות)	משך זמן לביצוע	שלב	
300	2.0	1,600	-	8.0	הכנת האוניה למבדוק	א
1,500	4.0	2,000	-	14.0	הכנת המבדוק	ב
-	-	3,000	א+ב	2.0	העלאת האוניה למבדוק	ג
200	3.0	800	ג	8.0	הורדת טפילים וצביעת גוף	ד
600	4.0	1,600	ג	8.0	תיקוני מנוע והחלפת חלקים	ה
1,000	1.0	1,200	ג	4.0	בדיקת מדחף קדמי אחורי והיגוי	ו
-	-	600	ד	1.0	החלפת אנודות אבץ	ז
440	1.0	1,400	ו+ה	3.0	בדיקת מערכות בקרה בגשר פיקוד	ח
1,600	-	2,700	ח	2.0	הורדת האוניה למים	ט

שאלה 13

כמה ימים האוניה לא יהיה פעילה לצורך הובלה? (מהו אורך הנתיב הקריטי?)

1. 24 ימים
2. 27 ימים
3. 29 ימים
4. 30 ימים
5. 31 ימים

שאלה 14

מהי עלות ההספנה ללא קיצור הפרוייקט?

1. 14,900
2. 7,700
3. 50,400
4. 81,000
5. 20,540

שאלה 15

הנח כי הוצע לחברה הובלה של חפצי אומנות מארמון סעודי לצורך כך יש לקצר את זמן ההספנה ב- 5 ימים. מהי עלות קיצור הפרוייקט ב- 5 ימים?
(הנח כי קיצור זמן הפעילות אינו חוסך בעלות הכוללת של הפעילות עצמה אלא רק מגדיל את העלויות בגין הקיצור – לפי הפירוט בטבלה לעיל.)

1. 2,840
2. 2,736
3. 3,040
4. 3,344
5. לא ניתן לקצר את פרק הזמן

נתונים לשאלות 16-18

חברת "בר-צור" מתכננת ביצוע עבודה קבלנית הכוללת את השלבים הבאים :

פרטים	תנאי קדם	משך זמן - שבועות
א בניית שלד	-	8
ב טיח	ג, ד	4
ג אינסטלציה	א	3
ד חשמל	א	2
ה ריצוף	ד	4
ו צבע יסוד	ה, ז	3
ז עבודות אלומיניום	ב	2
ח גיבון	ו	2

שאלה 16

בהנחה שאין אפשרות לקצר את משך הביצוע של כל אחד מהשלבים, מה משך הזמן המינימאלי לסיום הפרוייקט?

- א. 22 שבועות
- ב. 19 שבועות
- ג. 21 שבועות
- ד. 20 שבועות
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 17

אם החשמלאי יקצר בשבוע אחד את ביצוע עבודות החשמל, בכמה זמן ניתן לדחות את עבודת הריצוף בלי לגרום לעיכוב השלמת הפרוייקט?

- א. 4 שבועות
- ב. 3 שבועות
- ג. 2 שבועות
- ד. 1 שבוע
- ה. 0 שבועות

שאלה 18

מזמין הפרויקט מעוניין לקצר את משך הפרויקט ב- 5 שבועות ומציע תוספת של 50,000 שקל אם הפרויקט יקוצר ב- 5 שבועות.

פרטים	שבועות שניתן לקצר	עלות קיצור בשבוע
א בניית שלד	3	10,000
ב טיח	2	13,000
ג אינסטלציה	1	2,000
ד חשמל	1	15,000
ה ריצוף	2	4,000
ו צבע יסוד	2	3,000
ז עבודות אלומיניום	1	4,000
ח גיבון	1	6,000

לאחר ביצוע הקיצורים, בכמה יגדל הרווח מהפרויקט?

- א. 52,000
- ב. 36,000
- ג. 29,000
- ד. 32,000
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

הנתונים להלן הם לשאלות 19-21

במכללה הצבאית לתורת הגרעין, סטודנט איראני צריך לסיים את הקורסים הבאים:

מספר קורס	שם הקורס	זמן הקורס בשבועות	דרישות קדם	עלות קיצור הקורס בשבוע אחד
א	יסודות הגרעין	6	--	1,500
ב	פיצוח מתקדם	10	א	2,000
ג	תחזוקת מערכות	15	--	1,000
ד	סוגיות בתחזוקה	10	ג	3,000
ה	בניית מתקני שיגור	12	א	2,000
ו	הרכבת פצצות	8	ב	1,200

שאלה 19

מהו משך הלימודים אורך המסלול הקריטי (ללא קיצור משך הפרויקט)?

- 1 22 שבועות
- 2 25 שבועות
- 3 18 שבועות
- 4 24 שבועות
- 5 20 שבועות

שאלה 20

סטודנט שוקל לדחות את הקורס בנושא הרכבת פצצות. בכמה שבועות יוכל לדחות את הקורס בלי לגרום לדחיית מועד סיום לימודיו?

- 1 לא יוכל לדחות אפילו בשבוע
- 2 1 שבוע
- 3 שבועות
- 4 שבועות
- 5 שבועות

שאלה 21

הצבא האיראני מעוניין לקצר את משך הלימודים של 20 סטודנטים מצטיינים כדי שניתן יהיה להקדים לשולחם לפעילות מבצעית. העלות לקיצור משך הזמן של כל אחד מהקורסים נתונה בטבלה לעיל. התקציב לקיצור משך הלימודים הוא 5,400 ש"ח לסטודנט אחד. מה יהיה משך הלימודים המקוצר של סטודנט מצטיין?

- 1 24 שבועות
- 2 23 שבועות
- 3 22 שבועות
- 4 21 שבועות
- 5 20 שבועות

נתונים לשאלות 22-25

חברת "חגית" זכתה במכרז לביצוע פרויקט המורכב מהפעולות הבאות :

פעולה	תנאי קדם	משך רגיל שבועות	מספר שבועות מרבי שניתן לקצר	עלות לכל שבוע קיצור
א	-	4	2	300
ב	-	12	2	500
ג	א	6	2	75
ד	א	6	3	250
ה	ב	4	1	100
ו	ב, ג	8	1	500
ז	א	15	1	100
ח	ד	10	-	-

שאלה 22

משך הזמן הרגיל (ללא קיצורים) המינימאלי, בשבועות, הדרוש להשלמת הפרויקט הנו :

א. 21

ב. 20

ג. 19

ד. 18

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 23

משך הזמן המרבי בשבועות, בו ניתן לדחות את תחילת ביצוע פעולה ב' מבלי לעכב את מועד סיום הפרויקט הנו (התעלם מאפשרויות הקיצור):

א. 1

ב. 2

ג. 3

ד. 4

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 24

את הפעולות בפרויקט ניתן לקצר כמפורט בשתי העמודות השמאליות בטבלה שלעיל. העלות המינימאלית הדרושה לקיצור הפרויקט ל-18 שבועות הנה:

א. 550 שח

ב. 1,000 שח

ג. 1,550 שח

ד. 1,600 שח

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 25

מהו פרק הזמן המרבי בו ניתן לקצר את הפרויקט והעלות המינימאלית הנדרשת לשם כך:

א. שבועיים בעלות של 1,600 ₪

ב. שבועיים בעלות של 1,000 ₪

ג. 3 שבועות בעלות של 2,350 ₪

ד. 4 שבועות בעלות של 1,600 ₪

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 26-27

חברת "חמוריתא" מיצרת את רכב השרד שלה חמוריתא מוביל לפי השלבים הבאים :

פעולה	פעולות קודמות	זמן לביצוע שעות	עלות – ש"לשעה	זמן מינימאלי לביצוע שעות	עלות הקיצור ש"לשעה
א – הכנת המרכב	-	4	200	4	-
ב – הכנת השלדה	-	6	250	4	350
ג – שידוך שילדה למרכב	א,ב	2	500	2	-
ד – צבע חיצוני	ג	4	150	3	200
ה – הרכבת מנוע וגלגלים	ד	5	330	4	500
ו- חשמל פנימי וחיצוני	ד	3	300	1	320
ז – הרכבת שמשות ופנסים	ו	4	70	2	120
ח – אבזור פנימי	ו	5	120	3	180
ט – לשים ריחן לריח טוב	ח,ז	1	20	1	-

שאלה 26

משך הזמן הרגיל (ללא קיצורים) המינימאלי, בשעות, הדרוש להשלמת הפרויקט הנו :

- א. 23
- ב. 21
- ג. 19
- ד. 20
- ה. 25

שאלה 27

ההנהלה שוקלת לקצר ב- 3 שעות את זמן היצור. מהי העלות המינימאלית לקיצור ה- 3 שעות:

- א. 680
- ב. 560
- ג. 820
- ד. 880
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 28-30

חברת "תמוז" בע"מ (להלן: "החברה") מרכיבה מתנעים למנועי אסדות קידוח. המתנע הינו מוצר אלקטרוני מורכב. להלן נתונים אודות שלבי הרכבת המתנע:

משך ביצוע בתנאים רגילים - בימים	משך ביצוע מינימלי בתנאי האצה - בימים	עלות קיצור ביום - באלפי ש"ח	תנאי קדם	
13	11	19	-	A
8	5	26	-	B
15	14	8	A	C
6	5	12	B,C	D
12	11	2	B	E
4	2	3	E, D	F
3	2	8	D	G

שאלה 28

מהו מספר הימים הנמוך ביותר, במונחי זמן נורמלי, בו ניתן לסיים את הרכבת המתנע?

- א. 38
- ב. 37
- ג. 34
- ד. 28
- ה. 17

שאלה 29

מהו המועד המאוחר ביותר, במונחי זמן נורמלי, לתחילת שלב E, שלא יגרום לאיחור בפרוייקט?

- א. בסוף יום 27
- ב. בסוף יום 28
- ג. בסוף יום 22
- ד. בסוף יום 9
- ה. אף אחת מהתשובות האחרות

שאלה 30

החברה רוצה לקצר את משך הפרוייקט למינימום האפשרי. מהי העלות של קיצור הפרוייקט באלפי ש"ח?

- א. 14
- ב. 19
- ג. 22
- ד. 30
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל.

נתונים לשאלות 31-33

חברת "אבירם" בע"מ (להלן: "החברה") עוסקת בבניית גשרים להולכי רגל. עיריית חדרה ביקשה מהחברה הצעה להקמת גשר מעל לכביש החוף, באזור צומת חדרה. מהנדס החברה סיכם את שלבי הפעולה להקמת הגשר באופן הבא:

שלב הפעילות	תנאי קדם	משך זמן בשבועות	עלות לכל שלב באלפי ש"ח
א	-	21	5
ב	-	20	8
ג	-	41	15
ד	א	20	35
ה	ב	22	20
ו	ה	4	51
ז	ב,ו	4	19
ח	ב	12	25
ט	ג,ד,ח	8	14
י	ג,ד,ח	6	52
י"א	ו,י	8	62
סה"כ			306

העלויות העקיפות הנדרשות לבניית הגשר הינן 10 אלפי ש"ח לשבוע עבודה. במקרה בו יקוצר משך הבניה, ניתן יהיה לחסוך עלות זו.

שאלה 31

מה תהיה העלות הכוללת לביצוע הפרויקט?

- א. 876 אלפי ש"ח
- ב. 846 אלפי ש"ח
- ג. 856 אלפי ש"ח
- ד. 836 אלפי ש"ח
- ה. 806 אלפי ש"ח

שאלה 32

מהו זמן הציפה של פעילות ט?

- א. 15 שבועות.
- ב. שבוע אחד.
- ג. 7 שבועות.
- ד. 14 שבועות.
- ה. 6 שבועות.

שאלה 33

הניחו עתה כי ניתן להאיץ את משך הביצוע של מספר פעולות לאורך הפרויקט כנגד תשלום עלות נוספת כדלקמן:

השלב	זמן קיצור מרבי בשבועות	עלות קיצור לשבוע באלפי ש"ח
א	1	10
ב	1	30
ג	1	9
ד	2	32
ה	1	14
ו	2	27
ח	2	28
י	1	12
י"א	1	25

בנוסף לעלויות האצה ישירות אלה צפויות עלויות עקיפות נוספות בגובה של 30% מעלויות הקיצור. לאחר הגשת הצעת המחיר לעיריית חדרה, ביקש ראש העירייה מהחברה הצעת מחיר נוספת, שבה משך הקמת המתקן יהיה קצר יותר בשלושה שבועות (לעומת זמן ההקמה המתוכנן). מה יהיה הסכום המינימלי שעל החברה להוסיף להצעת המחיר המקורית, כדי שיהיה כדאי לה לקצר את משך הקמת המתקן בשלושה שבועות?

- א. 61 אלפי ש"ח.
- ב. 100 אלפי ש"ח.
- ג. 44.1 אלפי ש"ח.
- ד. 70 אלפי ש"ח.
- ה. 91 אלפי ש"ח.

נתונים לשאלות 34-36

חברת "שמרית" בע"מ (להלן: "החברה") עוסקת בבניית בתים משותפים. מהנדס החברה סיכם את שלבי הפעולה להקמת בניין חדש בכפר-סבא:

משך זמן בשבועות	תנאי קדם	שלב הפעילות
18	-	א
20	-	ב
21	-	ג
23	א, ג	ד
21	ב, ג	ה
10	ב, ה	ו
11	א	ז
13	ג	ח
7	א	ט
6	ד, ה, ח, ט	י

שאלה 34

מהו פרק הזמן המינימאלי (בשבועות) לסיום הפרוייקט?

- א. 55
- ב. 52
- ג. 51
- ד. 50
- ה. 39

שאלה 35

מהו זמן הציפה (בשבועות) של פעילות ב?

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל.

שאלה 36

הניחו עתה כי ניתן להאיץ את משך הביצוע של מספר פעולות לאורך הפרוייקט כנגד תשלום עלות נוספת כדלקמן:

השלב	זמן קיצור מרבי בשבועות	עלות קיצור לשבוע באלפי ש"ח
א	1	8
ב	1	17
ג	1	8
ד	2	21
ה	1	14
ו	2	17
ז	2	11
י	1	6

מהי עלות קיצור הפרוייקט ב- 3 שבועות (באלפי ש"ח)?

- א. 39
- ב. 43
- ג. 31
- ד. 28
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל.

פרק 5: קבלת החלטה בתנאי אי וודאות

נושאי השיעור

- מהו הקריטריון המתאים לקבלת החלטה בתנאי אי וודאות?
- בעיית מוכר העוגיות
- בעיית מוכר העוגיות עם עלות מחסור
- ערך אינפורמציה
- הסתברות קריטית לביצוע בדיקה של תהליך

מהו הקריטריון המתאים לקבלת החלטה בתנאי אי וודאות?

קבלת החלטה על פרויקט

כאשר עלינו לקבל החלטה בתנאי אי-וודאות עלינו לקחת בחשבון לא רק את תוחלת התקבולים אלא גם מאפיינים נוספים של התפלגות התקבולים, כגון סטיית התקן של התקבולים, מינימום התקבולים, מקסימום התקבולים, ומהירות ההחזר.

סטיית התקן היא מדד סימטרי: היא מודדת את ערכו המוחלט של המרחק מהתוחלת. לכן, סטיית התקן הינה מדד לשונות מהתוחלת אבל היא אינה מהווה מדד מושלם לסיכון הטמון בפרוייקט כיוון שלא איכפת לי כמנהל או כבעל מניות לספוג שונות שהתקבולים "עלולים" להיות גדולים... נניח לדוגמא שעלינו לבחור בין שלושה פרויקטים שדורשים אותה השקעה התחלתית של 20 מיליון ש. התקבולים מכל הפרוייקטים מתקבלים תוך חודש.

התקבולים מפרוייקט א' מתפלג כך:

בסבירות 50% - 100 מיליון;

בסבירות 50% - 0.

התוחלת של פרויקט א' היא $50 = 50\% * 100 + 50\% * 0$ מיליון.

סטיית התקן של התקבולים מפרוייקט א' היא $50 = (50\% * 100^2 - 50^2)^{0.5}$

מינימום התקבולים מפרוייקט א' הוא 0.

התקבולים מפרוייקט ב' מתפלג כך:

בסבירות 20% - 90 מיליון;

בסבירות 80% - 40 מיליון.

התוחלת של פרויקט ב' היא $50 = 80\% * 40 + 20\% * 90$ מיליון.

סטיית התקן של התקבולים מפרוייקט ב' היא $20 = (20\% * 90^2 + 80\% * 40^2 - 50^2)^{0.5}$

מינימום התקבולים מפרוייקט ב' הוא 40.

התקבולים מפרויקט ג' מתפלג כך:

בסבירות 10% - 140 מיליון;

בסבירות 90% - 40 מיליון.

התוחלת של פרויקט ג' היא $50 = 10\% * 140 + 90\% * 40$ מיליון.

סטיית התקן של התקבולים מפרויקט ג' היא $30 = \sqrt{(10\% * 140^2 + 90\% * 40^2 - 50^2)}$

מינימום התקבולים מפרויקט ג' הוא 40.

סיכום המאפיינים של התפלגות התקבולים עבור הפרויקטים השונים:

פרויקט א	פרויקט ב	פרויקט ג	
50	50	50	תוחלת
50	20	30	סטיית תקן
0	40	40	מינימום תקבולים
100	90	140	מקסימום התקבולים

ראו את עצמכם כמנהלים בחברה גדולה. עליכם להחליט: איזה פרויקט אתם מעדיפים?

סביר להניח שרובכם, כמנהלים או כבעלי מניות, תבחרו בפרויקט ג' בגלל הסיבות הבאות:

1. פרויקט ג' עדיף על פרויקט א' בכל המאפיינים של סטיית תקן, מינימום תקבולים ומקסימום תקבולים;

2. פרויקט ג' עדיף על פרויקט ב' למרות שסטיית התקן של פרויקט ג' הינה גבוהה יותר כיוון שהיא נובעת מהאפשרות שהתקבולים יהיו גבוהים בהרבה מהתוחלת.

קבלת החלטה בבעיה שחוזרת מידי תקופה

אם מידי תקופה חוזרת אותה בעיית החלטה הרי שלאורך זמן, הרווח הממוצע יהיה קרוב לתוחלת הרווח והשונות של הרווח הממוצע על פני התקופות תהיה נמוכה. לכן, המדד העיקרי לבחירת חלופה הוא תוחלת הרווח.

עבור כל אחת מאלטרנטיבות ההחלטה יש למדוד את תוחלת הרווח (או את תוחלת העלות). האלטרנטיבה המועדפת היא זו שעבורה תוחלת הרווח היא מרבית (או זו שעבורה תוחלת העלות היא מזערית).

בעיית מוכר העוגיות

יוסי מוכר עוגיות לסטודנטים בקריה האקדמית אונו. מידי בוקר יום יוסי קונה עוגיות בקונדיטוריית "האחים שמש". בזמן קניית העוגיות יוסי אינו יודע מה יהיה הביקוש היומי לעוגיות. כל עוגייה עולה ליוסי 4 ₪. מחיר המכירה לסטודנטים הוא 9 ₪. במידה ונשארות עוגיות, הן מוחזרות לקונדיטוריה תמורת 1 ₪ לעוגייה.

להלן התפלגות הביקוש היומי לעוגיות:

סיכוי	מספר עוגיות
5%	0
15%	10
35%	20
20%	30
15%	40
10%	50

25% סיכוי } שהביקוש יהיה גבוה מ- 30

כמה עוגיות יקנה יוסי?

עבור כל אחת מהחלופות נחשב את תוחלת הרווח:

תוחלת הרווח	רווח	סיכוי	מספר עוגיות שנרכשו
0	0	100%	0
-1.5	-30	5%	10
<u>47.5</u>	50	95%	
<u>46</u>			
-3	-60	5%	20
3	20	15%	
<u>80</u>	100	80%	
<u>80</u>			
-4.5	-90	5%	30
-1.5	-10	15%	
24.5	70	35%	
<u>67.5</u>	150	45%	
<u>86</u>			
-6	-120	5%	40
-6	-40	15%	
14	40	35%	
24	120	20%	
<u>50</u>	200	25%	
<u>76</u>			
-7.5	-150	5%	50
-10.5	-70	15%	
3.5	10	35%	
18	90	20%	
25.5	170	15%	
<u>25</u>	250	10%	
<u>54</u>			

תוחלת הרווח המרבית היא 86 ₪ והיא מושגת עבור רכישת 30 עוגיות.

ניתן לפתור בעיית החלטה זו בדרכ הבאה:

נסמן $F(q)$ את הסיכוי שמספר העוגיות אינו עולה על q .

נניח שיוסי קונה כרגע q עוגיות. אם יוסי יקנה עוד עוגייה אחת אז בסיכוי $F(q)$ הוא לא יצליח למכור אותה, ובסיכוי $1-F(q)$ הוא יצליח למכור אותה. לכן, תוחלת הרווח מרכישת עוגייה נוספת היא

$$5-8F(q) = 3F(q) - 5(1-F(q)).$$

מכאן, שיש להגדיל את מספר העוגיות כל עוד

$$F(q) < 5/8. \quad [\text{או, כל עוד } 3/8 > 1 - F(q)]$$

שימו לב כי הסיפור שקול למצב בו כל עוגייה נרכשת ב-3 שקלים ונמכרת ב-8 ₪. אם אינה נמכרת היא נזרקת לפח וההפסד הוא 3 ₪. אם נמכרת אז הרווח הוא 5 ₪. היחס $5/8$ הינו שיעור התרומה. היחס $3/8$ הוא שיעור העלות. קיבלנו אם כן כי יש להגדיל את מלאי העוגיות כל עוד הסבירות שלא יהיה מחסור נמוכה משיעור התרומה.

לחלופין ניתן לומר זאת גם כך: יש להגדיל את מלאי העוגיות כל עוד הסיכוי המחסור הינו גבוה משיעור העלות ($3/8$).

ניתן לראות כי עבור מלאי $q=30$ עוגיות לא כדאי להגדיל את המלאי כיוון שהסיכוי שיהיה ביקוש גבוה מ-30 הוא 25% הינו נמוך יותר מ- $37.5\% = 3/8$.

בעיית מוכר העוגיות עם עלות מחסור

נחזור לבעיית מוכר העוגיות. נניח כעת שאם יש מחסור של עוגיה אחת אז מוטל קנס כלכלי על מוכר העוגיות. נקרא לקנס זה: "עלות המחסור". לדוגמא, אם סטודנט בא לקנות עוגיה ומוצא כי אזלו העוגיות, הוא הולך למקום אחר לאכול וייתכן כי לא יחזור בעתיד. כתוצאה מכך יש קיטון מסויים בביקוש בעתיד ופגיעה ברווחיות. נניח, לצורך הדוגמא, כי עלות המחסור היא 10 ₪. כמה עוגיות צריך יוסי לקנות?

אם הוא ירכוש עוגיה נוספת הרי שתוחלת הרווח הנוסף

$$\text{היא } F(q)(-3) + (1 - F(q))5 = 5 - 8F(q)$$

אם הוא לא ירכוש עוגיה נוספת הרי שתוחלת הרווח (עלות המחסור)

$$\text{היא } (1 - F(q))(-10) = -10 + 10F(q)$$

לכן, כדאי לרכוש עוגיה נוספת אם

$$5 - 8F(q) > -10 + 10F(q)$$

דהיינו, אם $15 > 18F(q)$, או, לחלופין, כדאי לרכוש עוגיה נוספת אם $F(q) < \frac{15}{18} = 83.33\%$. לכן, מספר העוגיות האופטימאלי הוא 40.

כאשר פתרנו את בעיית מוכר העוגיות ללא עלות מחסור קיבלנו כי כדאי להגדיל את מספר העוגיות אם $F(q) < \frac{5}{8}$. ניתן להסיק כי השפעת עלות המחסור אקוויוולנטית להגדלת מחיר המכירה ב-10 ₪. עלות המחסור יוצרת שיעור תרומה גבוה יותר כיוון שרכישת עוגיה נוספת נותנת תמורה נוספת של 10 ₪: היא מונעת את עלות המחסור.

ערך אינפורמציה

ערכה של אינפורמציה נמדד לפי הגידול בתוחלת הרווח תודות לקבלת האינפורמציה.

בהתייחס לדוגמא לעיל של מוכר העוגיות, כמה שווה אינפורמציה על הביקוש הצפוי לעוגיות?

אם יוסי יידע לפני רכישת העוגיות את הביקוש לאותו יום אז הוא ירכוש בדיוק לפי הביקוש היומי. לכן תוחלת הרווח תהיה:

מספר עוגיות	סיכוי	רווח	תוחלת הרווח
0	5%	0	0
10	15%	50	7.5
20	35%	100	35
30	20%	150	30
40	15%	200	30
50	10%	250	25
			127.5

$$\text{ערך האינפורמציה} = 127.5 - 86 = 41.5$$

ערכה של האינפורמציה המלאה הוא "ערך המידע המושלם".

הסתברות קריטית לביצוע בדיקה של תהליך

נניח כי קיימת הסתברות P שנפלה תקלה בתהליך יצור.

אם נפסיק את תהליך היצור ייגרם נזק של c מהפסקת תהליך היצור והבדיקה, ובמידה ואכן יש צורך לתקן, עלות התיקון היא f_1 .

אם נמשיך את היצור אז בסבירות P ייגרם נזק בסך d , בנוסף, עלות התיקון תהיה f_2

האם כדאי להפסיק את היצור?

אם נפסיק את תהליך היצור תוחלת הנזק היא $c + Pf_1$

אם נמשיך את היצור תוחלת הנזק היא $P(d + f_2)$

לכן, כדאי להפסיק את היצור אם

$$c < P(d + f_2 - f_1) \quad \text{או, אם}$$

אגף שמאל מייצג את עלות הבדיקה. אגף ימין מייצג את תוחלת הנזק ללא בדיקה.

במילים אחרות, כדאי להפסיק אם

$$P > \frac{c}{d + f_2 - f_1}$$

ההסתברות הקריטית מוגדרת כ-

$$P^* = \frac{c}{d + f_2 - f_1} = \frac{c}{d + \Delta f} = \frac{\text{עלות הפסקה}}{\text{עלות המשך}}$$

עלות המשך כוללת גם את הנזק האפשרי הישיר וגם את הנזק כתוצאה מהגידול בעלויות התיקון.

דוגמא

חברה נמצאת בתחילת תהליך יצור 10,000 שלגונים. בסיכוי P יש תקלה בהכנסת המקל. תקלה שתחייב זריקת כל השלגונים. עלות היצור של שלגון אחד הוא 0.9 ₪.

הפסקת תהליך היצור והבדיקה יעלו 1,000 ₪. במידה ואכן יש תקלה, תיקונה יעלה 800 ₪.

אם תהליך היצור לא יופסק, אז בנוסף לזריקת השלגונים, יהיה צורך גם בתיקון בעלות 1,000 ₪.

$1,000 + 800P$	אם תהליך היצור יופסק אז תוחלת הנזק היא
$(0.9 * 10,000 + 1,000) * P = 10,000P$	אם תהליך היצור לא יופסק אז תוחלת הנזק היא

לכן, כדאי להפסיק את היצור אם $10,000P > 1,000 + 800P$

או, $10.87\% = 1000/9200 < P$

דהיינו, **ההסתברות הקריטית היא 10.87%**.

הערה: הנזק הכולל מאי-ביצוע הבדיקה הוא 9,200 ₪. סכום זה כולל את הנזק הישיר בסך 9,000 ₪ (עלות השלגונים שנזרקו) בתוספת לנזק העקיף מהגידול בעלות התיקון בסך 200 = 1000-800 ₪.

תרגילים

להלן נתונים לשאלות 1-3

מידי שנה, בחודשי הקיץ בלבד, נפתח פרק השעשועים "לונה-drive" להנאת הילדים. יוסי משכיר ב- לונה drive מכוניות מרוץ לילדים.

בתחילת הקיץ יוסי רוכש את המכוניות. כל מכונית עולה 10,000 שקל וניתן לבצע איתה 100 השכרות בחודשי הקיץ. לאחר חודשי הקיץ, נמכרות המכוניות תמורת 8,000 שקל למכונית. המחיר שיוסי גובה להשכרת מכונית הוא 42 שקל להלן התפלגות הביקוש ל"השכרות" בחודשי הקיץ:

<u>סיכוי</u>	<u>כמות ביחידות</u>
20%	600
30%	700
35%	800
15%	900

יוסי גם מעסיק 2 עובדים בחודשי הקיץ. שכרו של כל עובד לכל תקופת הקיץ הוא 4000 שקל.

שאלה 1

בהנחה כי יוסי רוצה למקסם את תוחלת הרווח שלו, מה מספר המכוניות האופטימאלי שירכשו בתחילת הקיץ?

מכוניות	6	א
מכוניות	7	ב
מכוניות	8	ג
מכוניות	9	ד

שאלה 2

מה תוחלת הרווח של יוסי ?

5,200	א
6,660	ב
14,660	ג
6,560	ד

שאלה 3

בתחילת הקיץ, משה מציע ליוסי אינפורמציה על הביקוש הצפוי לשכירת מכוניות. אם יוסי ירכוש ממשה את האינפורמציה הוא ידע בדיוק את הביקוש וירכוש מספר מכוניות מתאים. מה ערכה של האינפורמציה?

1,730	א
8,390	ב
1,830	ג
9,730	ד

להלן נתונים לשאלות 4-6

מידי שנה, בחודשי הקיץ בלבד, יוסי משכיר סירות לנופשים בים כינרת. בתחילת הקיץ יוסי רוכש את הסירות. כל סירה עולה 15,000 שקל וניתן לבצע איתה 200 השכרות בחודשי הקיץ.

לאחר חודשי הקיץ, נמכרות הסירות תמורת 12,000 שקל לסירה. המחיר שיוסי גובה להשכרת מכונית הוא 50 שקל. להלן התפלגות הביקוש ל"השכרות" בחודשי הקיץ:

<u>סיכוי</u>	<u>כמות ביחידות</u>
15%	600
25%	800
40%	1000
20%	1200

יוסי גם מעסיק 2 עובדים בחודשי הקיץ. שכרו של כל עובד לכל תקופת הקיץ הוא 4000 שקל.

שאלה 4

בהנחה כי יוסי רוצה למקסם את תוחלת הרווח שלו, מה מספר הסירות שיקנה בתחילת הקיץ?

א.	3	סירות
ב.	4	סירות
ג.	5	סירות
ד.	6	סירות

שאלה 5

מה תוחלת הרווח של יוסי ?

א	13,000
ב	21,500
ג	29,500
ד	18,500

שאלה 6

משה מציע ליוסי לשכור ממנו את מספר הסירות ("כמה סירות שתרצה, בדיוק לפי הביקוש") תמורת 3,000 שקל לסירה.

מה תהיה תוחלת הרווח של יוסי אם ישכור את הסירות ממשה?

א	32,550
ב	21,500
ג	20,500
ד	24,550

להלן נתונים לשאלות 7-8

חברת "עלית" מייצרת קופסאות קפה נמס במשקל 300 גרם לקופסה. בכל סדרת יצור מיוצרים 40,000 יחידות.

מנהל היצור חושד כי מילוי הקופסאות אינו מכוון כך שבכל קופסה נכנסים 330 גרם. אם יפסיק את תהליך היצור ויבדוק את כיוון מכוונת המילוי הדבר יעלה 5,000 שקל. במידה וימצא כי אכן המכונה אינה מכוונת היטב, יעלה לכוונה מחדש 2,000 שקל נוספים. אם לא יפסיק את תהליך היצור, ייתכן כי המילוי עבור סדרת היצור לא יהיה תקין.

יש להניח כי במקרה שהמילוי לא יהיה תקין, הדבר לא ישפיע על מחיר המכירה של קופסת נס קפה.

עלות חומר הגלם, 1 ק"ג קפה נמס, היא 80 שקל.

שאלה 7

מהי ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה אינה תקינה שמחייבת הפסקת היצור ובדיקה?

- א. 9.13%
- ב. 8.14%
- ג. 5.32%
- ד. 6.13%

שאלה 8

אם ההסתברות לכך שמכוונת המילוי אינה מכוונת היא 25% מהי תוחלת החיסכון בעלויות כתוצאה מהחלטה על הפסקת היצור ובדיקת המכונה (לעומת החלטה שלא להפסיק את היצור)?

- א. 5,500
- ב. 24,000
- ג. 18,500
- ד. 14,750

נתונים לשאלות 9-10

חברת "פז" מוכרת דלק "ביצועי". הרכבו התקין של הדלק הביצועי כולל:

- 45% אוקטן 95
- 45% אוקטן 98
- 10% תוסף דלק

הדלק ה"ביצועי" מיוצר בסדרת יצור של 100,000 ליטר. עלות המוצרים לחברת "פז" היא כדלהלן:

מחיר ל-1 ליטר		
שקל	4	אוקטן 95
שקל	5	אוקטן 98
שקל	3	תוסף דלק

לפעמים, בסיכוי P, מכוונת המילוי יוצאת מכיוון בתחילת תהליך היצור, ומייצרת את הדלק הביצועי בתערובת הבא:

- 40% אוקטן 95
- 55% אוקטן 98
- 5% תוסף דלק

לאחר שיוצרו כבר 20,000 ליטר התעורר חשד כי נפלה תקלת הכיוון במכונה. עלות הפסקת הייצור היא 8,000 שקל. אם המכונה יצאה מכיוונה, עלות תיקונה הוא 2,000 שקל.

אם תהליך הייצור לא יופסק, יש להניח כי לא תהיה עלות תיקון כיוון שבכל מקרה לפני סדרת יצור חדשה מכונים את המכונה מחדש.

שאלה 9

מהי ההסתברות הקריטית P שמחייבת הפסקת ייצור ובדיקת המכונה?

- א 80%
- ב 70%
- ג 60%
- ד 50%

שאלה 10

בהנחה כי הסיכוי שהמכונה התקלקלה הוא 90%. מהי תוחלת העלות הכוללת של ייצור 100,000 הליטרים אם לאחר ייצור 20,000 ליטר יופסק הייצור ותיבדק המכונה?

- א 450,000
- ב 435,000
- ג 447,500
- ד 437,700

להלן נתונים לשאלות 11-13

יוסי מוכר זרי פרחים בצומת השרון מידי יום שישי. עלות זר פרחים היא 12 שקל ומחיר המכירה של זר פרחים 30 שקל.

אם זר לא נמכר אז הוא נזרק.

להלן התפלגות הביקוש לזרי פרחים בצומת השרון בימי שישי:

<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
12%	0
15%	50
35%	80
22%	100
16%	120

שאלה 11

מהו המספר האופטימלי של זרי פרחים שיוסי יקנה?

- א. 120
- ב. 100
- ג. 80
- ד. 50

שאלה 12

מהו ערכה של אינפורמציה מושלמת על הביקוש אותה יקבל יוסי לפני רכישת הזרים?

א.	1,005
ב.	1,381
ג.	684
ד.	364

שאלה 13

יוסי יכול לרכוש ביום חמישי בלילה אינפורמציה על מזג האוויר. אינפורמציה זו עוזרת לחזות את הביקוש לזרי פרחים. מזג האוויר יכול להיות "זיפת", "בינוני" או "טוב". (בסיכוי 33.33% כל אחד).

אם יוסי מקבל תחזית כי מזג האוויר הוא "זיפת" הוא יודע שהתפלגות הביקוש היא :

<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
36%	0
35%	50
29%	80

אם יוסי מקבל תחזית כי מזג האוויר הוא "בינוני" הוא יודע שהתפלגות הביקוש היא :

<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
10%	50
60%	80
30%	100

אם יוסי מקבל תחזית כי מזג האוויר הוא "טוב" הוא יודע שהתפלגות הביקוש היא :

<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
16%	80
36%	100
48%	120

מה ערכה של האינפורמציה על מזג האוויר?

א.	137
ב.	684
ג.	1,177
ד.	1,017

נתונים לשאלות 14-15

מר לוין הינו בעל מזנון בקמפוס הקריה האקדמית. מר לוין מוכר , בין היתר, כריכים משובחים מתוצרת חברת שפיגל בע"מ. מר לוין קונה את הכריכים מחברת שפיגל בע"מ בעלות של 1.2 ש"ח לכריך ומוכר אותם במחיר של 3 ש"ח לכריך. כריכים שלא נמכרו עד סוף היום מושמדים ללא כל החזר כספי למר לוין.

לחברת שפיגל בע"מ מוניטין כיצרנית כריכים מעולה והיא מנציחה למר לוין תנאי מכירה קשוחים לפיהם היא מוכנה למכור למר לוין, מידי יום, כריכים בכפולות של מאה. (100,200 או 300 כריכים). על מר לוין להודיע לחברת שפיגל בע"מ , מראש, כמה כריכים הוא מזמין. בחמישים הימים הראשונים להתקשרות נהג מר לוין לרכוש 300 כריכים מידי יום. נתוני המכירה בחמישים הימים הראשונים היו כדלקמן:

מספר הימים	מס' כריכים שנמכרו ביום
20	300
25	200
5	100

עתה מחליט מר לוין לשקול מחדש את מדיניות הזמנת הכריכים. הנח כי מר לוין פועל כדי להביא למקסימום את תוחלת הרווח שלו וכי פרט לנתונים דלעיל אין בידיו כל מידע נוסף בדבר התפלגות הביקוש לכריכים. ניתן להניח כי נתוני הביקוש בעתיד יהיו דומים לנתוני הביקוש בחמישים הימים הקודמים הנ"ל.

שאלה 14

מהי תוחלת הרווח המירבי ליום שיכול מר לוין להשיג?

1. 414 ש"ח
2. 330 ש"ח
3. 258 ש"ח
4. 180 ש"ח

שאלה 15

הנח עתה כי אגודת הסטודנטים מוכנה למכור למר לוין סקר מהימן אודות הביקוש הצפוי למחרת לכריכים. מהו המחיר המירבי שיהיה מר לוין מוכן לשלם עבור הסקר?

1. 0 ש"ח (לא כדאי כלל לשלם עבור הסקר).
2. 150 ש"ח
3. 84 ש"ח
4. 72 ש"ח

נתונים לשאלות 16-17

חברת "דרור" זכתה במכרז לייצור 60,000 חבילות חלבה במשקל נטו של 180 גרם החבילה. עלות יצור (לפני אריזה) של 1 ק"ג חלבה היא 5 שח. האריזה נעשית באמצעות מכונה מיוחדת. במקור, תוכננה המכונה לארוז 200 גרם לחבילה והותאמה במיוחד לפני הייצור למכרז, לאריזות של 180 גרם. לאחר שיוצרו 10,000 אריזות התעורר חשש שהמכונה יצאה מכוונן ואורזת 200 גרם במקום 180 גרם לחבילה. הנהלת החברה שוקלת הפסקת הייצור ובדיקת מצב המכונה. מהנדס החברה אומד את עלות הבדיקה ב-500 שח ואת עלות הכוונן מחדש, אם יתברר שהמכונה אכן אינה מכווננת, ב-2000 שח. ניתן להבטיח כי אם המכונה תכוון מחדש היא תישאר מכווננת עד גמר הייצור למכרז. המזמין מוכן לקבל חבילות במשקל מוגדל של 200 גרם אבל לא יפצה את היצרן על התוספת של 20 גרם לחבילה.

שאלה 16

מהי ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה אינה מכווננת, המצדיקה את הפסקת הייצור והבדיקה?

1. 17%
2. 1%
3. 13%
4. 6%
5. לא ניתן לחשב

שאלה 17

חשב את תוחלת ערך המידע המושלם בהנחה שההסתברות לתקלה היא 20%. הנח שבהינתן מידע מושלם על קיומה של תקלה, ניתן לחסוך את הבדיקה שעלותה 500 שח.

1. 700 שח
2. 600 שח
3. 300 שח
4. 500 שח
5. 400 שח

נתונים לשאלות 18-19

נעמי הינה בעלת מזנון בקמפוס המכללה. היא החליטה לשווק בין היתר כריכים משובחים מחברת "דור". נעמי קונה את הכריכים בעלות של 3 ש"ח ליחידה ומוכרת אותם במחיר של 8 ש"ח ליחידה. כריכים שלא נמכרו עד סוף היום נמסרים לעמותה לסיוע לנזקקים ללא תמורה. את הכריכים ניתן לקנות רק בכפולות של 100 ובהודעה בערב קודם קבלתם. במאה הימים הראשונים להתקשרות נהגה נעמי לרכוש 400 כריכים מידי יום. הכמות שמכרה במאה ימים אלה נתונה בטבלה הבאה:

מספר הימים	מספר הכריכים שנמכרו ביום
15	100
30	200
35	300
20	400

על סמך המכירות בחמישים ימים אלה החליטה נעמי לשקול מחדש את מדיניות הזמנת הכריכים בהנחה שגם בעתיד נתוני הביקוש יהיו דומים.

שאלה 18

מה מספר הכריכים שתרכוש נעמי?

1. 0 כריכים
2. 100 כריכים
3. 200 כריכים
4. 300 כריכים
5. 400 כריכים

שאלה 19

הנח עתה כי אגודת הסטודנטים מוכנה למכור לנעמי סקר מהימן אודות הביקוש הצפוי למחרת לכריכים. מהו המחיר המרבי שתהיה נעמי מוכנה לשלם עבור הסקר?

1. 0 ₪
2. 280 ₪
3. 320 ₪
4. 350 ₪
5. 217 ₪

להלן נתונים לשאלות 20-21

חברת הבזק בע"מ שוקלת מספר אלטרנטיבות למימון רכישה של מכונה לפיתוח תמונות. עלות המכונה הינה 250,000 ₪. עלות חומרים ושכ"ע לפיתוח אחד 25 ₪ מחיר פיתוח ללקוח אחד 40 ₪ לחברה מזומנים פנויים בסך 140,000 ₪

אופציה ראשונה - הבעלים יזרים לחברה את ההפרש.

אופציה שנייה – ספק המכונה מוכן לתת הנחה של 55,000 ₪ אולם הוא רוצה השתתפות בהכנסות בשיעור 1.5% ממחזור ההכנסות. הבעלים ישקיעו את ההפרש.

אופציה שלישית - ספק המכונה מוכן לתת הנחה של 110,000 ₪ אולם הוא רוצה השתתפות ברווח התפעולי בשיעור 20% מהרווח התפעולי. לצורך קבלת ההחלטה העריך הבעלים את סיכויי ההצלחה של החנות ולהלן הממצאים:

הסתברות	כמות (*)	ביקוש	
9%	15,000		מינימאלי
53%	65,000		בינוני
38%	115,000		הצלחה

(*) הנח כי הכמות המבוקשת היא לכל תקופת חיי המכונה. התעלם משיקולי ריבית.

שאלה 20

האופציה העדיפה הינה:

1. אופציה א
2. אופציה ב
3. אופציה ג
4. הבעלים יהיה אדיש בין אופציה א ל- ג
5. הבעלים יהיה אדיש בין אופציה א ל- ב

שאלה 21

תוחלת הרווח המקסימאלית היא

1. 942,500 ₪
2. 864,000 ₪
3. 1,192,500 ₪
4. 949,800 ₪
5. 1,144,800 ₪

נתונים לשאלות 22-23

גברת ברקוביץ' מוכרת כריכים משובחים מתוצרת שטראוס. גברת ברקוביץ' קונה את הכריכים בעלות של 8 ש"ח לכריך ומוכרת אותם במחיר של 20 ש"ח לכריך. כריכים שלא נמכרו עד סוף היום מוחזרים לספק תמורת זיכוי בסך 3 ₪.

להלן התפלגות הביקוש היומי לכריכים:

סיכוי	מס' כריכים שנמכרו ביום
53%	30
17%	40
15%	50
10%	60
5%	70

מידי יום, כאשר גב' ברקוביץ' רוכשת את הכריכים, היא אינה יודעת מה יהיה הביקוש היומי.

שאלה 22

בהנחה כי גב' ברקוביץ' קונה 50 כריכים בכל יום, מהי תוחלת הרווח היומי (מעוגל לשקל הקרוב)?

- א. 391
- ב. 360
- ג. 412
- ד. 389
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 23

כמה כריכים תרכוש מידי יום גב' ברקוביץ'?

- א. 30
- ב. 40
- ג. 50
- ד. 60
- ה. 70

שאלה 24

חברת "אסם" מייצרת שקיות במבנה במשקל 1 ק"ג לילדים עם תיאבון בריא. בכל סדרת יצור מיוצרים 30,000 יחידות. לאחר שכבר יוצרו 10,000 יחידות, מנהל היצור חושד כי מילוי השקיות אינו מכוון כך שבכל יחידה נכנסים 1.25 ק"ג.

אם יפסיק את תהליך היצור ויבדוק את כיוון מכונת המילוי הדבר יעלה 9,000 שקל. במידה וימצא כי אכן המכונה אינה מכוונת היטב, יעלה לכוונה מחדש 1,500 שקל נוספים. לאחר תום סדרת היצור לא יהיה צורך לכוון את המכונה שוב לקראת היצור הבא.

אם לא יפסיק את תהליך היצור, ייתכן כי המילוי עבור סדרת היצור לא יהיה תקין. במקרה זה, התקלה ביצור תתגלה רק בתום היצור ועלות הכיוון מחדש תהיה 3,500 ₪.

יש להניח כי במקרה שהמילוי לא יהיה תקין, הדבר לא ישפיע על מחיר המכירה של שקית במבנה. העלות התקנית של הבמבה היא 5 ₪ ל- 1 ק"ג (לא כולל אריזה). מהי ההסתברות הקריטית, לכך שהמכונה אינה תקינה, שמחייבת הפסקת היצור ובדיקה?

- א. 27.33%
- ב. 30.12%
- ג. 40.00%
- ד. 33.33%
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

הנתונים להלן הם לשאלות 25-26

חברת "מעדנים" מייצרת קאוויאר במשקל של 400 גרם ליחידה. בכל סדרת יצור מיוצרים 50,000 יחידות. לפני התחלה היצור של כל סדרה מכוונים את המכונה מחדש.

במהלך היצור, לאחר שכבר יוצרו 10,000 יחידות מתוך 50,000 היחידות, מנהל היצור חושד כי הכמות ליחידה אינה מדוייקת כך שמשקל היחידה הוא 440 גרם. אם יפסיק את תהליך היצור ויבדוק את כיוון מכונת המילוי הדבר יעלה 10,000 שקל. במידה וימצא כי אכן המכונה אינה מכוונת היטב, יעלה לכוונה מחדש 3,000 שקל נוספים. אם לא יפסיק את תהליך היצור, ייתכן כי המילוי עבור סדרת היצור לא יהיה תקין.

יש להניח כי במקרה שהמילוי לא יהיה תקין, הדבר לא ישפיע על מחיר המכירה של קופסת קאוויאר.

עלות חומר הגלם, 1 ק"ג קאוויאר, היא 90 שקל.

שאלה 25

מהי ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה אינה תקינה שמחייבת הפסקת היצור ובדיקה?

- 1 9.13%
- 2 8.14%
- 3 7.09%
- 4 6.13%
- 5 7.42%

שאלה 26

אם ההסתברות לכך שמכונת המילוי אינה מכוונת היא 15%, מהי תוחלת החיסכון בעלויות כתוצאה מהחלטה על הפסקת היצור ובדיקת המכונה (לעומת החלטה שלא להפסיק את היצור)?

17,320	1
10,450	2
27,000	3
11,150	4
18,725	5

להלן נתונים לשאלות 27-29

מידי שנה, בחודשי הקיץ בלבד, יוסי משכיר סירות לנופשים בים כינרת. בתחילת הקיץ יוסי רוכש את הסירות. כל סירה עולה 50,000 שקל וניתן לבצע איתה 400 השכרות בחודשי הקיץ. לאחר חודשי הקיץ, נמכרות הסירות תמורת 30,000 שקל לסירה. המחיר שיוסי גובה להשכרת סירה הוא 250 שקל. להלן התפלגות הביקוש ל"השכרות" בחודשי הקיץ:

<u>סיכוי</u>	<u>כמות ביחידות</u>
15%	1200
25%	1600
45%	2000
15%	2400

יוסי גם מעסיק 2 עובדים בחודשי הקיץ. שכרו של כל עובד לכל תקופת הקיץ הוא 8,000 שקל.

שאלה 27

בהנחה כי יוסי רוצה למקסם את תוחלת הרווח שלו, מה מספר הסירות שיקנה בתחילת הקיץ?

1	2	סירות
2	3	סירות
3	4	סירות
4	5	סירות
5	6	סירות

שאלה 28

מה תוחלת הרווח של יוסי ?

224,000	1
329,000	2
345,000	3
289,000	4
כל התשובות האחרות הן שגויות.	5

שאלה 29

משה מציע ליוסי לשכור ממנו את מספר הסירות ("כמה סירות שתרצה, בדיוק לפי הביקוש") תמורת 20,000 שקל לסירה.

מה תהיה תוחלת הרווח של יוסי אם ישכור את הסירות ממשה?

364,000	1
329,000	2
345,000	3
352,000	4

נתונים לשאלות 30-31

חברת "אין צדק" מוכרת שלושה סוגי דלק: רגיל (שעלותו נמוכה), משובח (שעלותו גבוהה) ומשופר (המורכב מתמהיל של הרגיל והמשובח). החברה מתחייבת כי הדלק המשופר כולל לפחות 50% דלק משובח והיתר רגיל. מהילת הדלקים נעשית על-ידי מכונת ערבול. כאשר המכונה תקינה הערבול מדויק ומרכיב הדלק המשובח במשופר הוא 50% בדיוק. כאשר המכונה אינה תקינה, עולה מרכיב הדלק המשובח במשופר ל-60% ולחברה נגרם עקב כך הפסד כתוצאה מהספקת תמהיל שעלותו גבוה.

עם הפעלת מכונת הערבול, לא ניתן להפסיק את עבודתה לפני שנמהלים 100,000 ליטר של דלק. החברה קיבלה הזמנה מיוחדת ליצור 100,000 ליטר דלק משופר.

נתוני עלות:

ליטר רגיל - 1.8 ₪

ליטר משובח - 2.0 ₪

בדיקת המכונה - 225 ₪

כוונון המכונה מחדש - 200 ₪

שאלה 30

מנהל היצור שוקל האם כדאי לבדוק את מכונת הערבול לפני הפעלתה ליצור דלק משופר. מהי ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה איבדה כווןן המצדיקה בדיקת המכונה?

א. לא כדאי לבצע בדיקה

ב. 10%

ג. 11.25%

ד. 12.5%

ה. 21.25%

שאלה 31

הנח עתה כי החברה מניחה שההסתברות לכך שהמכונה איבדה כווןן הנה 15% והחברה החליטה לחקור את מצב המכונה. מה תוחלת הרווח (ההפסד) הצפוי לחברה בש"ח, מההחלטה לחקור בהשוואה לחלופה של הימנעות מחקירה?

א. 300

ב. (63.75)

ג. 25

ד. 270

ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 32-33

חברת שורום שוקלת פרויקט חד פעמי לטיהור ומילוי בקבוקי מים מהקישון באמצעות מכונה שאורך חייה הוא שנה וללא גרט. באפשרותה שתי אופציות למימון הרכישה:
א. רכישה בהון עצמי 400,000 ₪ (הנח מחיר הון 0).

ב. שיתוף פעולה עם חברת רמת שובב לפיו שורום תממן מחצית מהעלות ואת היתר רמת

שובב. תמורת המימון מחוייבת שורום להעביר מדי שנה 10% מההכנסות שלה בשנה

הקרובה.

למכונה עלויות טיפול שוטפות - החלפת מסננים ופחם בסך 200,000 ₪ בשנה.
כל בקבוק "מים מינימאליים מהטבע" נמכר תמורת 10 ₪ לצרכן הסופי. העלות המשתנה לבקבוק היא 2 ₪.

מכירות החברה תלויות במזג האוויר השנה:

מזג אוויר	ביקוש בבקבוקים	הסתברות
גשום וקר	100,000	10%
ממוצע	250,000	50%
חם ויבש	400,000	40%

שאלה 32

האופציה המועדפת להקמת המפעל היא ?

- אופציה א כיוון שלפי נתונים אלו ההפסד באופציה הזו הוא מינימאלי.
- אופציה א כיוון שתוחלת הרווח בה היא גבוהה יותר ב- 95,000 ₪ מתוחלת הרווח באופציה ב.
- אופציה ב כיוון שתוחלת הרווח בה היא גבוהה יותר ב- 95,000 ₪ מתוחלת הרווח באופציה א.
- אופציה א כיוון שהעלות המשתנה היא רק 2 ₪ ליחידה אם העלות המשתנה היתה 6 ₪ ליחידה אז אופציה ב' היתה עדיפה.
- ההשקעה אינה כדאית כיוון שבשתי האופציות יש הפסד.

שאלה 33

הנח כי המכון המטאורולוגי יכול לתת לך תחזית אמינה ב- 100%. מהו הסכום המקסימאלי אותו תהיה מוכן לשלם עבור תחזית זו?

- עד 105,000 ₪.
- עד 10,000 ₪.
- עד 135,000 ₪.
- עד 2,540,000 ₪.
- אף תשובה אינה נכונה.

נתונים לשאלות 34-35

חברת Marian_Plast בע"מ (להלן: "החברה") הינה בעלת מפעל תעשייתי במפרץ חיפה. תהליך הייצור במפעל הינו רציף, ובמפעל עובדים בשלוש משמרות רצופות בכל אחד מהימים ראשון עד חמישי. בימי שישי ושבת מדמימים את הייצור ועוסקים בעבודות תחזוקה. ביום שני נדלקה לפתע נורית הבקרה האדומה שבאחת המכונות בקו הייצור. לפי הוראות יצרן המכונה, יש להפסיק מיד את הייצור, לאתר את התקלה ולתקנה. מנהלי הייצור טוענים כי ככל הנראה מדובר רק בקצר מקומי, שאין לו השפעה על תקינות המכונה, וכי אין טעם לשאת בעלות הגבוהה של הפסקת הייצור, אלא לדחות את הבדיקה לסוף השבוע. לעומתם טוען מנהל מחלקת בקרת האיכות, כי אין כל ודאות בכך שהמדובר רק בקצר מקומי, וכי אם המדובר בתקלה אחרת, עלול המשך הייצור להביא לשבר הנדסי ולנזקים גדולים.

בדיון שהתקיים אצל מנכ"ל המפעל הוצגו הנתונים הבאים:

הערות	דחיית התיקון לסוף השבוע	תיקון מיידי	
בסוף השבוע קו הייצור דומם		1,000,000	עלות השבתת קו הייצור לצורך הבדיקה
	500,000	500,000	עלות תיקון שתשולם רק במקרה שתוצאות הבדיקה מראות קלקול
	5,000,000		נזק למלאי במקרה של המשך ייצור למרות שבמכונת תקלת אמת

נתונים נוספים:

- אמינות הבדיקה והתיקון הינן 100%. דהיינו, לאחר ביצוע הבדיקה והתיקון, לא תתרחש כל תקלה נוספת בעתיד הנראה לעין.
- עלות הבדיקה והתיקון הינה קבועה, ולא תלויה בסוג התקלה שתימצא.
- מנכ"ל המפעל החליט כי הבדיקה והתיקון יתבצעו בכל מקרה. בעיית ההחלטה היא האם להחליט מיד על הפסקת הייצור, בדיקה ותיקון או לדחות את הבדיקה והתיקון לסוף השבוע.
- השיקול המנחה את מנכ"ל החברה הוא להביא למינימום את תוחלת עלות ההוצאות והנזק לחברה.

שאלה 34

מהי ההסתברות הקריטית ? (עגלו תשובתכם במידת הצורך).

- 20.00%
- 18.18%
- 10.00%
- 9.09%
- אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 35

להערכת מנכ"ל החברה, הסבירות שיש תקלה היא 30%. המנדט זרחין טוען כי יש לו שיטת בדיקה משופרת שלא מצריכה את הפסקת היצור. זרחין דורש סך 900,000 ₪ עבור בדיקה בימי ראשון עד חמישי. במקרה של תקלה, יהיה צורך בהפסקת היצור על מנת לתקנה. בהנחה כי שיטת זרחין עובדת, האם כדאי לשלם לו?

- א. כן.
- ב. לא, בשום מקרה.
- ג. כדאי לשלם לו אם יסתפק בפחות מ- 270,000 ש"ח.
- ד. לא כדאי לשלם לו אם רוצה יותר מ- 700,000 ₪.
- ה. אין מספיק נתונים כדי לענות על שאלה זו.

נתונים לשאלות 36-37

נדב, הבעלים של "הקיוסק של אבא", מוכר את ביטאון ר"ח. צפי המכירות תלוי באחוז המעבר במועצה. נדב מוכר כל ביטאון ב- 50 ש"ח ועלותו 20 ש"ח. ספק הביטאוניס מוכר את הביטאוניס בקבוצות של - 500. כל ביטאון שמוחזר לספק מזכה את נדב בסך 6 ₪. להלן צפי המכירות וההסתברות להצלחה במועצה:

<u>מצב</u>	<u>הסתברות</u>	<u>כמות למכירה</u>
בחינה קשה מאד	25%	1,000
בחינה קשה אבל הוגנת	50%	2,000
בחינה סבירה	15%	2,500
בחינה קלה	10%	3,000

שאלה 36

נדב רוצה למקסם את תוחלת הרווח ממכירת הביטאוניס. מהי הכמות שיזמין?

- א. 1,000 חוברות.
- ב. 2,000 חוברות.
- ג. 2,500 חוברות.
- ד. 3,000 חוברות.
- ה. כל התשובות האחרות הינן שגויות.

שאלה 37

שווי המידע המושלם הוא:

- א. 8,750 ₪
- ב. 9,800 ₪
- ג. 47,950 ₪
- ד. 57,850 ₪
- ה. אף אחת מהתשובות לעיל.

שאלה 38

איזה מבין המשפטים הבאים הוא הנכון ביותר:

- א. ההסתברות הקריטית היא ההסתברות שעבורה תוחלת העלויות ללא בדיקה גבוהה מתוחלת העלויות עם בדיקה.
- ב. ההסתברות הקריטית היא ההסתברות שעבורה תוחלת העלויות ללא בדיקה נמוכה מתוחלת העלויות עם בדיקה.
- ג. ההסתברות הקריטית היא ההסתברות לתקלה שרק עבורה הקמת נקודת ביקורת לבדיקה היא כדאית.
- ד. אם ההסתברות לתקלה גבוהה מההסתברות הקריטית כדאי להקים נקודת ביקורת ולבדוק אם יש תקלה.
- ה. אף אחת מהתשובות אינה נכונה

נתונים לשאלות 39-40

חברת "אלגרה" בע"מ (להלן - "החברה") זכתה במכרז לייצור 100,000 קופסאות בוטנים מלוחים במשקל נטו של 200 גרם. עלות הייצור המשתנה של 1 ק"ג בוטנים (ללא חומרי אריזה) הינה 10 ש"ח. עלות קופסת הפח בה נארזים הבוטנים הינה 2 ש"ח. האריזה נעשית בעזרת מכונה מיוחדת. המכונה תוכננה לארוז 225 גרם בקופסא, והותאמה במיוחד לפני הייצור לאריזות במשקל של 200 גרם.

לאחר שהוחל בייצור ונארזו כבר 10,000 קופסאות, התעורר חשש שהמכונה יצאה מכיוון, ואורזת 225 גרם בכל קופסא.

הנהלת החברה שוקלת את הפסקת הייצור ובדיקת מצב המכונה. מהנדס החברה אומד את עלות הבדיקה ב- 1,000 ש"ח, ואת עלות הכיוון מחדש (אם יתברר שהמכונה אכן אינה מכווננת) ב- 4,000 ש"ח. ניתן להבטיח שאם אכן המכונה תכוון מחדש, היא תישאר במצב תקין עד לגמר הייצור למכרז. הלקוח מוכן לקבל קופסאות במשקל מוגדל של 225 גרם, אך לא יפצה את החברה על התוספת של 25 גרם לקופסא. ניתן להניח כי אם קיימת תקלה (אריזה ביתר) לא יהיו לכך כל השלכות לעתיד על מוניטין החברה.

במקרה בו הייצור לא הופסק והתברר בסוף הייצור כי המכונה יצאה מכיוון, היא לא תתוקן כיוון שמדובר בהזמנה ספציפית שכבר יוצרה.

שאלה 39

מהי ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה אינה מכווננת, המצדיקה את הפסקת הייצור ואת הבדיקה? (עגלו תשובתכם במידת הצורך)

- א. 0.5%
- ב. 4.8%
- ג. 5.4%
- ד. 6.3%
- ה. 6.7%

שאלה 40

הניחו עתה כי לאחר סיום המכרז הראשון ואספקתו ללקוח, זכתה החברה במכרז נוסף לייצור 50,000 קופסאות בוטנים נוספות בתנאים דומים. סוכם כי אם ההספקה תהיה של קופסאות בנות 225 גרם (במקום 200 גרם), יהיה רשאי הלקוח לפסול 5,000 קופסאות, ולדרוש תמורתן 5,000 קופסאות במשקל הנכון. ניתן להניח כי לקופסאות שתיפסלנה לא יהיה כל ערך ממשי והן תושארנה בידי הלקוח, ללא כל פיצוי לחברה. לפני תחילת הייצור נבדקה המכונה וכווננה מחדש. למרות זאת, לאחר ייצור של כ- 8,000 קופסאות, שכולן היו במשקל הנכון של 200 גרם, התעורר חשש שהמכונה שוב יצאה מכיוון, ואורזת 225 גרם בכל קופסא.

אם בתום הייצור יתברר כי המכונה יצאה מכיוון, יהיה צורך לכוונה מחדש כדי לייצר את 5,000 הקופסאות החדשות עבור הלקוח. לכן, הנזק במקרה שלא יופסק הייצור ומתברר כי אכן הייתה תקלה מורכב מעלות הבוטנים המיותרים ב- 42,000 קופסאות, ובנוסף – עלות כיוון וייצור של 5,000 יחידות חדשות.

מה תהיה עתה ההסתברות הקריטית לכך שהמכונה אינה מכוונת, המצדיקה את הפסקת הייצור ואת הבדיקה? (עגלו תשובתכם במידת הצורך)

- א. 3.3%
- ב. 3.8%
- ג. 6.1%
- ד. 5.6%
- ה. 6.6%

פרק 6: עקומת למידה

נושאי השיעור

- מהי עקומת למידה?
- שיעור הלמידה
- הזמן הכולל ליצור S ניסיונות

מהי עקומת למידה?

כאשר עובדים רוכשים ניסיון במשימות עבודתם, הם נעשים מיומנים יותר, והזמן הממוצע ליצור יחידה אחת מתקצר. המודל הבא מתאר קשר מסוג זה. נסמן את זמן היצור הממוצע לניסיון $T(S)$, כאשר S הוא מספר הניסיונות.

$$T(S) = K * S^{-m} \quad \text{עבור } 0 < m < 1.$$

מה משמעות קשר זה?

עבור $S = 1$ נקבל כי זמן היצור הממוצע הוא $T(1) = K * 1^{-m} = K$.

לכן, ניתן לכתוב את זמן היצור הממוצע לניסיון $T(S) = T(1) * S^{-m}$

עבור $S = 2$ נקבל כי היצור הממוצע הוא $T(2) = T(1) * 2^{-m}$. במילים אחרות, בכל פעם שאנו מכפילים את מספר הניסיונות, זמן היצור הממוצע מתקצר.

שיעור הלמידה

הביטוי 2^{-m} נקרא **שיעור הלמידה**. לדוגמא, שיעור למידה 80% פירושו שכל פעם שנכפיל את ניסיון העובדים נקבל חיסכון של 20% בזמן הממוצע.

לדוגמא, מה צריך להיות m כדי ששיעור הלמידה יהיה 80%?

$$2^{-m} = 0.8 \rightarrow m = -\frac{\log 0.8}{\log 2} = 0.321928$$

הזמן הכולל ליצור S ניסיונות

$$S * T(S) = T(1) * S^{1-m} \quad \text{הזמן הכולל ליצור } S \text{ ניסיונות הוא}$$

מהו הזמן ליצור W יחידות לאחר שיצרנו כבר S יחידות?

$$T(1) * [(S + W)^{1-m} - S^{1-m}]$$

דוגמא 1

בכל סדרה של יצור מיוצרות 10 יחידות. כל סדרה מקנה לעובדים ניסיון נוסף.

סדרת היצור הראשונה לקחה 60 דקות. שיעור הלמידה הוא 80%.

נניח כי החברה מייצרת 160 יחידות, מהו הזמן הממוצע ליצור יחידה אחת?

נסנן את מספר סדרות היצור באות S . לכן, זמן היצור הממוצע לסדרת יצור הוא $T(S) = 60 * S^{-m}$

כאשר $m = 0.321928$.

כדי לייצר 160 יחידות יש ליצר 16 סדרות יצור (בכל סדרת יצור 10 יחידות).

הזמן הממוצע לסדרת יצור אחת, כאשר מספר סדרות היצור הוא 16, הוא

$$T(16) = 60 * 16^{-0.321928} = 24.576$$

אחת הוא 2.4576 דקות.

דוגמא 2

חברה מייצרת מוצר מסויים במחזורי יצור. זמן מחזור ראשון הוא 260 דקות. זמן ממוצע למחזור יצור

כאשר מייצרים 32 מחזורים ראשונים הוא 61.7 דקות.

מהו שיעור הלמידה?

כיוון שהמחזור הראשון לוקח 260 דקות, $T(S) = 260 * S^{-m}$

נציב 32 מחזורים ונקבל כי $260 * 32^{-m} = 61.7$

$$2^{-m} = 0.75 \iff m = -\frac{\log \frac{61.7}{260}}{\log 32} = 0.41503 \iff 32^{-m} = 61.7 / 260 \quad \text{מכאן נקבל כי}$$

דוגמא 3

נתון כי הזמן הממוצע ליצור יחידה כאשר מייצרים סך כולל של 8 יחידות הוא 12 דקות. שיעור הלמידה הוא 80%.

א. מהו הזמן הממוצע ליצור יחידה כאשר מייצרים סך כולל של 24 יחידות?

ב. מהו הזמן הכולל ליצור 24 יחידות?

ג. החברה, אחר שיצרה כבר 8 יחידות, שוקלת יצור 16 יחידות נוספות. מהו הגידול בסך כל הזמן שנדרש ליצור 16 יחידות נוספות?

א. שיעור הלמידה הוא 80%, לכן נקבל כי $m = 0.321928$.

$$T(S_2) = T(1) * S_2^{-m}, \quad T(S_1) = T(1) * S_1^{-m}$$

$$\text{לכן, } \frac{T(S_2)}{T(S_1)} = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{-m}, \quad \text{נציב ונקבל, } \frac{T(S_2)}{T(S_1)} = \left(\frac{24}{8}\right)^{-0.321928} = 3^{-0.321928} = 0.7$$

מכאן, שהזמן הממוצע ליחידה כאשר מייצרים 24 יחידות הוא כ- 0.7 מהזמן הממוצע ליחידה כאשר מייצרים 8 יחידות. במילים אחרות, הזמן $8.4 = 12 * 0.7$ דקות.

ב. הזמן הכולל ליצור 24 יחידות הוא $8.4 * 24 = 201.6$ שקות.

ג. הזמן הכולל ליצור 8 יחידות הוא $8 * 12 = 96$ דקות. לכן, הגידול בסך כל הזמן שנדרש ליצור 16 יחידות נוספות הוא $201.6 - 96 = 105.6$ דקות.

דוגמא 4

חברה מייצרת מכונה לפי הזמנה. שיעור הלמידה הוא 80%.
זמן היצור שנדרש ליצור המכונה הראשונה הוא 20 שעות.

עלות שעת עבודה היא קבועה - 80 ₪.

עלות החומרים ליצור המכונה - 9,000 ₪.

א. התקבלה בחברה הזמנה ראשונה עבור 7 מכונות. מהי סך העלות הממוצעת שצפויה למכונה אחת?

ב. אם חברה דורשת רווח גולמי בשיעור 40%, מהו מחיר המכירה של מכונה בהזמנה ראשונה זו?

ג. לאחר יצור ההזמנה הראשונה, התקבלה הזמנה נוספת ל- 28 יחידות של אותה מכונה (זהה לזו שבהזמנה הראשונה). אם החברה קובעת מחיר מכירה למכונה לפי עלות בתוספת 55%, מהו מחיר המכירה למכונה?

א. עלות ממוצעת למכונה

$$2^{-m} = 0.8 \rightarrow m = -\frac{\log 0.8}{\log 2} = 0.321928 \text{ , לכן, שיעור הלמידה הוא } 80\% .$$

הזמן הממוצע שנדרש למכונה כאשר מייצרים 7 מכונות הוא

$$T(1) * S^{-m} = 20 * 7^{-0.321928} = 10.6898$$

לכן, עלות יצור של מכונה אחת היא $9,855 = 10.6898 * 80 + 9,000$ ₪.

ב. מחיר המכירה ליחידה אם הרווח הגולמי הוא 40%

$$9,855 / 60\% = 16,425$$

ג. מחיר מכירה למכונה בהזמנה השניה

כמה זמן נוסף ידרש ליצור 28 המכונות הנוספות?
סך כל היצור (כולל 2 ההזמנות) יהיה 35 מכונות. לכן, הזמן הכולל הוא

$$T(35) = 20 * 35^{1-0.321928} = 20 * 35^{0.678072} = 223$$

הזמן הכולל ליצור 7 המכונות של ההזמנה הראשונה הוא $7 * 10.6898 = 75$.

לכן, תוספת הזמן שנדרשת ליצור ההזמנה השניה היא $223 - 75 = 148$ שעות.

או זמן ממוצע ליחידה $148 / 28 = 5.29$.

לכן, העלות הממוצעת למכונה בהזמנה השניה היא $5.29 * 80 + 9,000 = 9,423$ ₪.
מחיר המכירה ליחידה הוא $14,606 = 1.55 * 9,423$ ₪.

דוגמא 5

חברה ליצור מריצות מעסיקה 2 עובדים שמייצרים במקביל. לכל העובדים יש שיעור למידה 80%. הזמן ליצור היחידה הראשונה לעובד הראשון הוא 5 שעות ולעובד השני – 6 שעות. אם כל אחד מהעובדים יעבוד 100 שעות, כמה מריצות תייצר החברה?

$$2^{-m} = 0.8 \rightarrow m = -\frac{\log 0.8}{\log 2} = 0.321928 \text{ , לכן, } 80\% \text{ הוא הלימידה הוא}$$

נסמן את מספר המריצות שייצר העובד הראשון באות x . סך הזמן שלוקח לעובד הראשון הוא $5x^{1-0.321928} = 100$. מכאן נקבל כי $x^{0.678072} = 20$ או $x = 83$.

באופן דומה, נסמן את מספר המריצות שייצר העובד השני באות y . סך הזמן שלוקח לעובד השני הוא $6y^{1-0.321928} = 100$. מכאן נקבל כי $y^{0.678072} = 16.667$ או $y = 63$. לכן, מספר המריצות הכולל אותו תייצר החברה הוא $83+63=146$.

דוגמא 6

נניח כי הזמן לייצור סדרת הייצור הראשונה הוא 10 שעות. בכל סדרת ייצור מיוצרים 18 יחידות. שיעור הלימידה הוא 80%, אבל לאחר 15 סדרות ייצור אין יותר למידה, וכל סדרת ייצור נוספת לוקחת אותו זמן כמו הסדרה האחרונה שיוצרה. כמה זמן ייקח לייצר 360 יחידות? כיוון שיש לייצר 360 יחידות, הרי שיש לייצר 20 סדרות ייצור.

$$2^{-m} = 0.8 \rightarrow m = -\frac{\log 0.8}{\log 2} = 0.321928 \text{ , לכן, } 80\% \text{ הוא הלימידה הוא}$$

לכן, הזמן הכולל ליצור 15 סדרות ייצור הוא $10 * 15^{0.678072} = 62.73$ שעות.

הכולל ליצור 14 סדרות ייצור הוא $10 * 14^{0.678072} = 59.86$ שעות. מכאן נקבל כי הזמן לייצר את הסדרה האחרונה הוא $62.73-59.86 = 2.87$ שעות.

לכן, זמן הייצור הכולל הוא $62.73 + 5*2.87 = 77.08$ שעות.

תרגילים

שאלה 1

בכל סדרה של יצור מיוצרות 10 יחידות. כל סדרה מקנה לעובדים ניסיון נוסף. סדרת היצור הראשונה לקחה 120 דקות. שיעור הלמידה הוא 80%. נניח כי החברה מייצרת 160 יחידות, מהו הזמן הממוצע ליצור יחידה אחת?

- א. 4.91 דקות
- ב. 3.89
- ג. 5.12
- ד. 6.17

שאלה 2

חברה מייצרת מוצר במחזורי יצור. זמן מחזור ראשון הוא 130 דקות. זמן ממוצע למחזור ל- 32 מחזורים ראשונים הוא 30.85 דקות.

מהו שיעור הלמידה?

- א. 85%
- ב. 75%
- ג. 65%
- ד. 55%

להלן נתונים לשאלות 3-5

הזמן הממוצע ליצור יחידה כאשר מייצרים סך כולל של 8 יחידות הוא 30 דקות. שיעור הלמידה הוא 80%.

שאלה 3

מהו הזמן הממוצע ליצור יחידה כאשר מייצרים סך כולל של 24 יחידות?

- א. 19 דקות
- ב. 20 דקות
- ג. 21 דקות
- ד. 22 דקות

שאלה 4

מהו הזמן הכולל ליצור 24 יחידות?

- א. 504 דקות
- ב. 528 דקות
- ג. 456 דקות
- ד. 480 דקות

שאלה 5

החברה, אחר שיצרה כבר 8 יחידות, שוקלת ליצור 16 יחידות נוספות. מהו הגידול בסך כל הזמן שנדרש ליצור 16 יחידות נוספות?

- א. 264 דקות
- ב. 288 דקות
- ג. 216 דקות
- ד. 240 דקות

להלן נתונים לשאלות 6-8

חברה מייצרת מכונה לפי הזמנה. שיעור הלמידה הוא 90%. זמן היצור שנדרש ליצור המכונה הראשונה הוא 10 שעות. עלות שעת עבודה היא קבועה - 160 ₪. עלות החומרים ליצור המכונה - 18,000 ₪.

שאלה 6

התקבלה בחברה הזמנה ראשונה עבור 8 מכונות. מהי סך העלות הממוצעת שצפויה למכונה אחת?

- א. 19,166
- ב. 18,452
- ג. 20,201
- ד. 18,817

שאלה 7

אם חברה דורשת רווח גולמי בשיעור 35%, מהו מחיר המכירה של מכונה בהזמנה ראשונה זו?

- א. 29,486 ₪
- ב. 54,760
- ג. 25,874
- ד. 28,949

שאלה 8

לאחר יצור ההזמנה הראשונה, התקבלה הזמנה נוספת ל-16 יחידות של אותה מכונה (זהה לזו שבהזמנה הראשונה). אם החברה קובעת מחיר מכירה למכונה לפי עלות בתוספת 40%, מהו מחיר המכירה למכונה?

- א. 26,457 ₪
- ב. 32,422
- ג. 36,224
- ד. 40,529

נתונים לשאלות 9-12

חברה קיבלה הזמנה לייצור מוצר חדש. על פי החוזה יש לספק 128 יחידות מוצר תוך 100 שבועות. בגין כל שבוע פיגור יוטל קנס של 50,000 ש"ח ובגין כל שבוע של הקדמת אספקה יינתן מענק בסך של 25,000 ש"ח. בכל שבוע 45 שעות עבודה וניתן לגייס עד 8 עובדים בעלות של 1,000 ש"ח לעובד לשעה. שיעור הלמידה בחברה הוא 90%. זמן ייצור יחידה ראשונה הוא 100 שעות.

שאלה 9

מקדם הלמידה בחברה (m) הוא:

- א. 0.152
- ב. 0.3219
- ג. 0.415
- ד. 0.2344

שאלה 10

עלות ייצור בעזרת עובד אחד, בהתחשב בקנס ובמענק, תסתכם ב:

- א. 6,323,000 ש"ח
- ב. 6,956,000 ש"ח
- ג. 7,128,000 ש"ח
- ד. 7,924,000 ש"ח

שאלה 11

עלות ייצור בעזרת 4 עובדים במקביל, בהתחשב בקנס ובמענק, תסתכם ב:

- א. 5,251,000 ש"ח
- ב. 5,938,000 ש"ח
- ג. 6,108,000 ש"ח
- ד. 9,008,000 ש"ח

שאלה 12

עלות הייצור הזולה ביותר, בהתחשב בקנס ובמענק, תהיה בייצור בעזרת:

- א. עובד אחד בלבד.
- ב. שני עובדים במקביל.
- ג. ארבעה עובדים במקביל.
- ד. שמונה עובדים במקביל.

נתונים לשאלות 13-14

יוסי בעל נגריה החליט להתחיל לייצר פסלונים מעץ של אישים ידועים בעבודת יד לפי הזמנה. להלן אומדן עלויות הייצור המשתנות של הפסלון הראשון:

חומרים: 5 ק"ג עץ בעלות 8 שח לק"ג	40 שח
עבודה: 5 שעות בעלות 10 שח לשעה	50 שח
סה"כ	90 שח

בנגריה קיימת למידה בשיעור 85%.

שאלה 13

לקראת חג הפסח קיבל יוסי הזמנה ממשרד הביטחון לייצר 10,000 פסלונים של שר הביטחון לצורך חלוקה לעובדים כשי לחג. התמורה שסוכמה מראש הייתה לפי מחיר עלות בלבד בהתחשב בשיעור הלמידה הקיים בנגריה. יוסי ביצע את ההזמנה לשביעות רצון המזמין אולם ביותר שעות מהמתוכנן (סה"כ 6,000 שעות), המזמין לא הסכים לפצותו על תוספת השעות כתוצאה מכך נגרם לו הפסד בסך:

1. נוצר לו רווח
2. 2,309 שח
3. 3,333 שח
4. 3,637 שח
5. אין מספיק נתונים לענות על השאלה

שאלה 14

בעקבות ההצלחה שנחל יוסי הוצע לו להשתתף במכרז לייצור 30,000 פסלונים נוספים של שר הביטחון, לחלוקה לחיילי צה"ל כשי ליום העצמאות. היענות למכרז תחייב מתן בונוס חריג לעובדים שיתבטא בתוספת של 15% לשכר לשעה, בנוסף יצטרך לשכור חלל עבודה נוסף (להזמנה זו בלבד) בעלות של 300,000 שח. יוסי רוצה להציע מחיר שיבטיח רווח בשיעור 12% על כל העלות. מהו המחיר ליחידה שיציע במכרז?

- התחשב בשיעור למידה. התעלם מהנתון שאת ה-10,000 היחידות הראשונות ייצר ב-6,000 שעות)
1. 60.7 שח
 2. 56.5 שח
 3. 48.5 שח
 4. 38.2 שח
 5. 23.3 שח

להלן נתונים לשאלות 15-16

חברת דאלי בע"מ מייצרת מגפיים איכותיים בתהליך יצור ידני. פרק הזמן שלוקח להכין את זוג המגפיים הראשון – 1.8 שעות. ידוע כי שיעור הלמידה בענף הינו- 0.9 עלות שעת עבודה של סנדלר איכותי הינה 210 ₪. קיימת כבר הזמנה ראשונית לסך 2,000 זוגות. החברה קיבלה הזמנה נוספת מרשת נעלי המילניום בע"מ ל- 1,000 זוגות נוספים.

שאלה 15

החברה מעוניינת ב"תפיסת הרשת" ולכן היא מוכנה למכור את המגפיים לרשת נעלי המילניום בע"מ במחיר מינימאלי שיכסה רק את עלות זמן העבודה (ללא חיוב עבור החומרים). מהו המחיר שאותו תדרוש החברה עבור ההזמנה (התוצאה מעוגלת ל-1,000 ₪ הקרובים)?

1. 119 אלפי ₪
2. 210 אלפי ₪
3. 112 אלפי ₪
4. 98 אלפי ₪
5. אף אחת מהתשובות לעיל

שאלה 16

הנח כי החברה לא התחילה עדיין ביצור של המגפיים.
חשב החברה מציע כי במקום לייצר 3,000 זוגות באמצעות עבודה ידנית של סנדלרים על החברה לרכוש מכונה אוטומטית ליצור זוגות מגפיים בעלות של 20,000 ₪.
אורך החיים של המכונה הוא יצור כולל של 3,000 זוגות מגפיים.
המכונה מייצרת בסדרות של - 100 זוגות.
פרק הזמן של מהנדסים להכנת הסדרה הראשונה (כיוונים ובדיקה ויצור) הוא 5.40 שעות.
עלות כל שעת הכנה של המהנדסים היא 5,000 ₪.
שיעור הלמידה של המהנדסים הינו 0.8.
האם רכישת מכונה חדשה הינה כדאית מבחינת החברה?
1. לא, ישנו גידול בעלויות בסך כ- 53 אלפי ₪.
2. עלות היצור החדשה הינה כ- 336 אלפי ₪.
3. החברה אדישה בין האופציות.
4. לא, פרק הזמן החדש זהה בין שתי האופציות.
5. כן, ישנו חיסכון בעלויות בסך כ- 45 אלפי ₪

נתונים לשאלות 17-18

סטודנט לחשבונאות מתכוון למבחן במאזנים מאוחדים של אלי פאר. כדי להיות מוכן לבחינה עליו לפתור 50 תרגילים בנושאי עסקאות פנימיות ושינויים בשיעור ההחזקה.
התרגיל הראשון לקח לו 150 דקות.
את 2 התרגילים הראשונים הוא סיים בזמן כולל של 240 דקות.

שאלה 17

מהו שיעור הלמידה של הסטודנט?

- א. 60%
- ב. 70%
- ג. 80%
- ד. 90%
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 18

בהנחה כי תהליך הלמידה נפסק לאחר פתרון 30 תרגילים (הזמן שלוקח לפתרון תרגיל מס' 31 שווה לזמן שלקח לפתור תרגיל 30, וכך הלאה) כמה זמן ייקח לסטודנט לפתור את כל 50 התרגילים?
(נא לעגל את התשובה לשעות שלמות)

- א. 38 שעות
- ב. 32 שעות
- ג. 35 שעות
- ד. 40 שעות
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

שאלה 19

2 פועלים עובדים במקביל ביצור מגשי עץ.
הזמן ליצור המגש הראשון היה:
לפועל הראשון - 20 דקות
לפועל השני - 15 דקות
שיעור הלמידה של כל אחד מהעובדים הוא 90%.

המפעל קיבל הזמנה ל- 100 מגשים. אם כל אחד מהעובדים צריך לייצר 50 יחידות, תוך כמה זמן יוכל המפעל לספק את ההזמנה (תוצאה מעוגלת לשעות שלמות)?

- א. 9 שעות
- ב. 8 שעות
- ג. 7 שעות
- ד. 16 שעות
- ה. כל התשובות לעיל אינן נכונות

נתונים לשאלות 20-22

חברת "טרטיאק" פיתחה מוצר חדש: כדור פורח ממונע. בשנת 2008 החלה החברה ליצר ממנו 50 יחידות ראשונות לשוק המקומי. לחברה כושר ייצור מרבי של 100 יחידות בשנה. להלן אומדן לעלות היצור באלפי ₪, לכל ה- 50 יחידות:

אלפי ₪	נתונים נוספים
1,500	חומרים ישירים
8,500	שכע"י
4,000	עקיפות משתנות
1,400	עקיפות קבועות
15,400	סה"כ

סה"כ 1,000 שע"י ושיעור למידה של 80%.
מועמסות על בסיס שע"י.

במהלך שנת 2008 קיבלה החברה הזמנה לייצא 150 יחידות תמורת 220 אלף ₪ ליחידה, להספקה בשנת 2008. (בנוסף ליצור 50 היחידות לשוק המקומי).

שאלה 20

הנח כי החברה החליטה לייצר בעצמה את כל היחידות. אולם לשם ביצוע היצור על החברה לשכור ציוד (להגדלת כושר היצור) בעלות שנתית קבועה בסך 4,600 אלפי ₪.
כתוצאה מקבלת ההזמנה יגדל (יקטן) רווח החברה באלפי ₪ בסך:

- א. 4,400
- ב. 3,600
- ג. 3,000
- ד. (100)
- ה. (1,500)

שאלה 21

הנח כי החברה החליטה לייצר בעצמה רק 50 מהיחידות הכלולות בהזמנה, את יתרת 100 היחידות (מתוך 150 היחידות הכלולות בהזמנה) החברה מתכוונת לרכוש מקבלן משנה בעלות של 190 אלף ₪ ליחידה. כתוצאה מקבלת ההזמנה יגדל (יקטן) רווח החברה באלפי ₪ בסך:

- א. 5,000
- ב. 3,000
- ג. (2,400)
- ד. (1,000)
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

שאלה 22

הנח כי בשנת 2008 יצרה החברה בעצמה 200 יחידות ב- 2,600 שע"י (שעות למעשה). סטיית היעילות בעבודה הישירה בשנת 2008 הסתכמה באלפי ש"ב בסך:

- א. 2,400 לטובה
- ב. 2,720 לטובה
- ג. 2,720 לרעה
- ד. 340 לרעה
- ה. כל התשובות האחרות שגויות.

נתונים לשאלות 23-24

דני ויורם החליטו כי במהלך חופשת הקיץ הם יעבדו עבור חברת התכשיטים "גמני" וירכיבו צמידי חרוזים. שכר עבודה לשעה הינו 30 ש"ב. דני הינו תלמיד במגמה האומנותית, ולכן שעור הלמידה שלו הוא 67%. יורם, לעומת זאת, במגמה ביולוגית ולכן שעור הלמידה שלו 80%. ידוע כי יחד הם מרכיבים 30 צמידים. דני מרכיב את הצמיד הראשון ב- 8 דקות ויורם מרכיב את הצמיד הראשון ב- 12 דקות. זמן העבודה הכולל של דני היה 27 דקות.

שאלה 23

מקדם הלמידה של הילדים (m) הינו בערך מוחלט

- א. דני 0.3219, יורם 0.5778
- ב. דני 0.5778, יורם 0.3219
- ג. דני 0.67, יורם 0.80
- ד. דני 0.1500, יורם 0.5778
- ה. אם שניהם יתחלקו ברחובות בחלקים שווים אז יתכן ושיעור הלמידה יהיה זהה.

תשובה 23

מקדם הלמידה הוא

$$\begin{aligned} \text{דני} \quad \log(0.67)/\log(2) &= 0.5778 \\ \text{יורם} \quad \log(0.8)/\log(2) &= 0.3219 \end{aligned}$$

שאלה 24

הכנסתו של יורם מהרכבת הצמידים היא כ-

- א. 43 ש"ב.
- ב. 14 ש"ב.
- ג. 1,941 ש"ב.
- ד. 813 ש"ב.
- ה. 32 ש"ב.

שאלה 25

איזה מבין ההגדים הבאים הוא הנכון ביותר:

- א. כאשר שעור הלמידה a גדול משעור הלמידה b , המשמעות היא שיתכן והלמידה מהירה יותר ב- a .
- ב. כאשר שעור הלמידה a גדול משעור הלמידה b , המשמעות היא שהלמידה מהירה יותר ב- a .
- ג. כאשר מקדם הלמידה a בערך מוחלט הוא נמוך ממקדם הלמידה b בערך מוחלט, המשמעות היא שהלמידה מהירה יותר ב- a .
- ד. כאשר מקדם הלמידה a בערך מוחלט הוא גדול ממקדם הלמידה b בערך מוחלט, המשמעות היא שהלמידה מהירה יותר ב- a .
- ה. לא ניתן לדעת איזה באיזה תהליך הלמידה מהיר יותר על פי שעור הלמידה.

נתונים לשאלות 26-27

חברת שלווה ורוגע בע"מ מייצרת מיטות עיסוי מעץ. החברה קיבלה הזמנה לייצור 512 מיטות חדשות למוסד רפואי גדול. כיוון שהחברה מעוניינת בדריסת רגל במוסד וישנו פס יצור קיים ופעיל עומדות בפני החברה שתי אופציות:

אופציה א' –

העסקת נגר חדש (חסר ניסיון) בעלות 300 ₪ לשעה.

אופציה ב –

הפסקת היצור של ההזמנות בתהליך והקצאת נגר מיומן לצורך ההזמנה. לנגר המיומן יש ניסיון מצטבר של ייצור 512 מיטות עיסוי זהות לאלו שבהזמנה החדשה. שכ"ע לנגר מיומן הוא 500 ₪ לשעה.

הפסקת העבודות הקודמות תגרור קנסות של עיכוב חוזים בעלות של 4,500 ₪.

זמן היצור של המיטה הראשונה הוא שעתיים ומקדם הלמידה הוא 0.51457 לכל הנגרים.

שאלה 26

מהו משך זמן היצור הדרוש לביצוע ההזמנה ע"י העובדים המיומנים (אופציה ב') בשעות

א.	28.93
ב.	41.32
ג.	16.53
ד.	0.08
ה.	52.99

שאלה 27

אם הנגר המיומן יבצע את העבודה זה יביא לחיסכון (הפסד) בשקלים בסך

א.	(4,132)
ב.	7,438
ג.	(12,397)
ד.	4,132
ה.	(368)

נתונים לשאלות 28-30

בחברת שיטו ושימחו מייצרים וובוזלות עץ ייחודיות למונדיאל. כל יחידה נמכרת במחיר 120 ₪. העלויות הקבועות בחברה 165,000 ₪. עלות ח"ג 30 ₪ ליחידה. מחיר שעת עבודה של אמן הוובוזלה הוא 500 ₪ לשעה.

אין לחברה עלויות משתנות אחרות חוץ מעלויות הייצור הישירות של חומרים ועבודה. נקודת האיזון בחברה היא בייצור 2000 יחידות ושעור הלמידה 70%.

שאלה 28

מהו הזמן ליצור הוובוזלה הראשונה (לעגל לדקה הקרובה)?

א.	15 דקות
ב.	45 דקות
ג.	125 דקות
ד.	375 דקות
ה.	אף תשובה אינה נכונה.

שאלה 29

הזמן הממוצע ליצור יחידה אחת, כאשר מייצרים 3000 יחידות הוא

- א. 36.56 דקות
- ב. 6.09 דקות
- ג. 0.244 דקות
- ד. 0.731 דקות
- ה. 0.012 דקות

שאלה 30

הנח כעת כי לאחר ייצור 3,000 יחידות הלמידה אין יותר למידה. במילים אחרות, זמן היצור של היחידה ה-3,000 הוא זמן היצור הקבוע לכל יחידה נוספת שמוצרת. שיעור מס החברות הוא 25% החברה מעוניינת ברווח נקי של 600,000 ₪. כמה יחידות עליה למכור?

- א. 11.2 אלף יחידות
- ב. 9.3 אלף יחידות
- ג. 9.5 אלף יחידות
- ד. 11.7 אלף יחידות
- ה. 10.9 אלף יחידות

דף נוסחאות

נקודת איזון

π	רווח תפעולי לפני מס
P	מחיר מכירה של יחידה אחת של המוצר
c	עלות יצור משתנה ליחידה
δ	שיעור עמלת מכירה
S	סך מכירות בשקלים
Q	כמות (ביחידות) של המוצר
F	הוצאות קבועות

$$\pi = [(1-\delta)P - c]Q - F$$

$$\pi = \left(1 - \delta - \frac{c}{P}\right)S - F$$

התרומה הכוללת = תרומה ליחידה * מספר היחידות

$$\pi + F = [(1-\delta)P - c] \cdot Q$$

התרומה הכוללת = שיעור התרומה * סך המכירות

$$\pi + F = \left(1 - \delta - \frac{c}{P}\right) \cdot S$$

$$\frac{\Delta\pi\%}{\Delta Q\%} = \frac{\pi + F}{\pi} = 1 + \frac{F}{\pi}$$

מנוף תפעולי = $\frac{\text{תרומה}}{\text{רווח}}$

מלאי אופטימאלי

a	הוצאה להחזקת יחידה אחת במלאי לשנה שלימה
D	הביקוש השנתי ביחידות
c	עלות הזמנה אחת (או עלות <i>setup</i> של סדרת יצור)
q	כמות ביחידות בהזמנה אחת
P	עלות רכישה (או יצור) של יחידה אחת

עלות ההזמנות היא $\frac{D}{q} \cdot c$. עלות שנתית של החזקת המלאי היא $\frac{q}{2} \cdot a$. עלות הרכישה היא

PD

$$TC = \frac{D}{q}c + \frac{q}{2}a + PD \quad \text{סך כל העלויות}$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$$

כמות הזמנה אופטימאלית (כאשר P קבוע)

סך עלויות ביצוע הזמנות + עלויות החזקת מלאי עבור כמות הזמנה האופטימאלית $\sqrt{2acD}$

קבלת החלטה בתנאי אי וודאות

ערך אינפורמציה = הגידול בתוחלת הרווח האופטימאלית בהינתן האינפורמציה.
 ערך מידע מושלם = הגידול בתוחלת הרווח בהינתן מלוא האינפורמציה.

הסתברות קריטית לביצוע בדיקה של תהליך

הסתברות שנפלה תקלה בתהליך יצור	P
עלות הבדיקה	c
עלות התיקון לאחר בדיקה	f_1
הנזק אם אכן נפלה תקלה ולא נבדוק	d
עלות התיקון לאחר גרימת נזק (במקרה שלא בודקים)	f_2

תוחלת הנזק אם אכן נפלה תקלה ולא נבדוק	$P(d + f_2)$
תוחלת הנזק אם נבדוק	$c + Pf_1$

$$P^* = \frac{c}{d + f_2 - f_1} \quad \text{הסתברות קריטית}$$

עקומת למידה

מספר היחידות שמיוצרות	S
זמן היצור הממוצע ליחידה אחת כאשר מייצרים S יחידות	$T(S)$
זמן ליצור יחידה ראשונה	$T(1)$
שיעור הלמידה. אם ידוע כי שיעור הלמידה הוא α , אז $m = -\frac{\log \alpha}{\log 2}$	2^{-m}
זמן הכולל שנדרש ליצור S יחידות	$W(S)$

$$T(S) = T(1) * S^{-m}$$

$$W(S) = T(1) * S^{1-m}$$

הזמן הכולל שנדרש ליצור H יחידות נוספות לאחר שיוצרו כבר S יחידות הוא $T(1) * (S + H)^{1-m} - T(1) * S^{1-m}$