

ניהול התפעול

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

פרק ראשון:	כלכלה הנדסית	48	נקודות
פרק שני:	מבוא להסתברות ולסטטיסטיקה	42	נקודות
פרק שלישי:	סטטיסטיקה יישומית	10	נקודות
סך-הכול		100	נקודות

יש לענות על ארבע שאלות מהפרק הראשון, על שלוש שאלות מהפרק השני, ועל ארבעה סעיפים משאלה 11 שבפרק השלישי. בסך-הכול יש לענות על שמונה שאלות מכל השאלון.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר.

2. מחשבון (פשוט או פיננסי) שאינו מאפשר תקשורת חיצונית.

ד. הוראות מיוחדות:

1. כתבו את כל התשובות במחברת הבחינה, בעט בלבד.

2. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

3. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את הנוסחה המתאימה ואת כל שלבי הפתרון באופן מפורט, ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 8 עמודים ועמוד נספח אחד.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון: כלכלה הנדסית (48 נקודות)

ענו על ארבע מבין השאלות 1–5 (לכל שאלה – 12 נקודות).

שאלה 1 – מבוא לכלכלה

חברת "משימות" היא החברה היחידה במשק "עוזיאל" העוסקת בניהול פרויקטים בתחום הבנייה ובניהול פרויקטים בתחום התשתיות. לשם כך היא מעסיקה מנהלי פרויקטים ומעמידה לרשותם את הציוד הנדרש. בטבלה שלפניכם נתונות שש אפשרויות יעילות (F–A) של מספר הפרויקטים בכל תחום שהחברה יכולה לנהל בחודש:

אפשרות	A	B	C	D	E	F
פרויקטים בתחום הבנייה	0	40	80	100	110	120
פרויקטים בתחום התשתיות	200	180	150	110	60	0

(6 נק') א. חשבו לכל אחת מהאפשרויות הנתונות את העלות האלטרנטיבית הכוללת ואת העלות האלטרנטיבית הממוצעת לניהול פרויקטים בתחום הבנייה בחודש.

(6 נק') ב. 1. בחודש מסוים ביקשה החברה לנהל 80 פרויקטים בתחום הבנייה ו-120 פרויקטים בתחום התשתיות. האם זה אפשרי לחברה? הסבירו את התשובה, וציינו מה המשמעות הכלכלית של יישום אפשרות זו.

2. בחודש האחרון הצטרפו למעגל העבודה עובדים רבים המנהלים פרויקטים בתחום הבנייה. הציגו בסרטוט סכמתי (ללא ערכים מספריים) את השינוי שחל בעקומת התמורה של החברה בהשפעת העובדים החדשים: סרטוט במערכת צירים אחת את עקומת התמורה שהייתה לפני הצטרפות העובדים החדשים למעגל העבודה, ואת זו שלאחר הצטרפותם.

שאלה 2 – מבוא לכלכלה

שוק התוכנות לניהול שרשרת אספקה בתחום החקלאות הוא שוק תחרותי. היצרנים הם חברות המפתחות את התוכנה, והצרכנים הם חברות שעוסקות בתחום החקלאות. להלן פונקציות הביקוש וההיצע המצרפיות בשוק זה:

עקומת הביקוש (D) נתונה במשוואה: $P = -2Q + 4,000$

עקומת ההיצע (S) נתונה במשוואה: $P = 4Q + 1,000$

$P =$ מחיר תוכנה לניהול שרשרת אספקה (בש"ח ליחידה); $Q =$ כמות התוכנות לניהול שרשרת אספקה (ביחידות).

(6 נק') א. 1. חשבו את המחיר ליחידה ואת הכמות הנרכשת של תוכנות לניהול שרשרת אספקה, וכן את פדיון היצרנים בנקודת שיווי המשקל בשוק.

2. אם מחיר התוכנה יהיה 2,600 ש"ח ליחידה, מה יתקיים בשוק – האם עודף ביקוש או עודף היצע? נמקו את התשובה.

(6 נק') ב. גיליונות אלקטרוניים הם מוצר תחליפי לתוכנות לניהול שרשרת אספקה. לאחרונה עלה מחיר הרישיון לשימוש בגיליונות האלקטרוניים.

1. ציינו כיצד ישתנו חמשת הגורמים הבאים בשוק התוכנות לניהול שרשרת אספקה, בהשפעת עליית מחיר הרישיון לשימוש בגיליונות האלקטרוניים:

- הביקוש לתוכנות.
- ההיצע של תוכנות.
- המחיר לתוכנה בנקודת שיווי המשקל.
- הכמות הנרכשת של תוכנות בנקודת שיווי המשקל.
- פדיון היצרנים.

2. הציגו בסרטוט סכמתי (ללא ערכים מספריים) את השינויים שחלו בעקומות הביקוש וההיצע בשוק התוכנות לניהול שרשרת אספקה: סרטוט במערכת צירים אחת את עקומות הביקוש וההיצע שהיו לפני עליית מחירו של המוצר התחליפי, ואת העקומות שמתקבלות לאחר העלייה במחירו (כפי שציננתם בסעיף ב'1). סמנו בסרטוט את נקודת שיווי המשקל שהייתה בשוק לפני השינויים ואת זו שהתקבלה אחרי השינויים.

שאלה 3 – חשבונאות פיננסית

חברת "ריח יסמין" מייצרת מוצרי קוסמטיקה. להלן יתרות חשבונות באלפי ש"ח שנלקחו מספרי החברה ליום 31.12.2024 .

יתרה (אלפי ש"ח)	שם החשבון	
20	ספקים־זכאים	1
?	הון בעלים (הון עצמי)	2
90	לקוחות־חייבים	3
50	יתרת רווח שלא יועדה	4
130	פחת שנצבר – ציוד וריהוט	5
70	שיקים לפירעון	6
85	עתודות לפנסיה	7
40	מקדמות מלקוחות	8
140	מלאי סגירה (31.12.2024)	9
30	קופת מזומנים	10
25	הלוואה לזמן קצר – פירעון עד 31.12.2024	11
45	הלוואה לזמן ארוך	12
160	ציוד וריהוט – עלות	13
150	רכב – עלות	14
65	שיקים לקבל	15
120	מוניטין	16
?	פחת שנצבר – רכב	17

נתונים נוספים:

- הרכב נרכש ביום 1.1.2022 , והחל לשמש את החברה ביום הרכישה.
- אורך החיים החשבונאי של הרכב הוא 5 שנים, והוא מופחת בשיטת הקו הישר, ללא ערך גרט (שייר).

- (3 נק') א. חשבו את יתרת הפחת שנצבר על הרכב ליום 31.12.2024 .
- (9 נק') ב. ערכו את מאזן החברה "ריח יסמין" ליום 31.12.2024 על-פי כללי החשבונאות המקובלים.

שאלה 4 – חשבונאות ניהולית

מפעל מייצר ומשווק מוצר פלסטיק אחד בלבד. המפעל אינו מחזיק מלאי. להלן נתונים כספיים שנלקחו מספרי החשבונות של המפעל ליום 31.12.2024.

שם הנתון	סכום בש"ח
הוצאות קבועות לשנה	1,000,000
עלות חומרי גלם ליחידה	100
עלות העבודה ליחידה	80
מחיר המכירה ליחידה	200

א. (6 נק') חשבו את נקודת האיזון השנתית של המפעל במספר יחידות מוצר, ואת הכנסות המפעל ממכירות בנקודת האיזון לשנת 2024.

ב. (6 נק') הניחו כי מחיר חומרי הגלם ירד ב־20% מהמחיר הנתון בפתיה, וכי ההוצאות הקבועות לשנה גדלו ל־1,200,000 ש"ח. עלות העבודה ליחידה ומחיר המכירה ליחידה לא השתנו. לאור נתונים אלה, חשבו את הכמות השנתית (במספר יחידות מוצר) שנדרש המפעל לייצר ולמכור על מנת שירוויח 9,000,000 ש"ח.

שאלה 5 – מימון

חברת "בנייה חכמה" נטלה מבנק "אשראי למתקדמים" הלוואה בסך 750,000 ש"ח לתקופה של 3 שנים. ההלוואה ניתנה בריבית שנתית בשיעור 6% והיא תוחזר ב־3 תשלומים שנתיים שווים, בסוף כל שנה. בנו לוח סילוקין שפיצר של ההלוואה. ערכו את תשובתכם בטבלה.

הערה: חובה להציג את דרך החישובים. אפשר לעגל את הסכומים לשקלים שלמים.

פרק שני: מבוא להסתברות ולסטטיסטיקה (42 נקודות)

ענו על שלוש מבין השאלות 6–10 (לכל שאלה – 14 נקודות).

שאלה 6 – סטטיסטיקה תיאורית

בסקר שנערך בקרב 100 עובדים במפעל לייצור רכיבים אלקטרוניים, נשאלו העובדים כמה ימי חופשה הם ניצלו בשנה האחרונה. התוצאות מוצגות בטבלת השכיחויות הבאה:

מספר ימי חופשה x	שכיחות מספר העובדים $f(x)$
5	15
10	40
15	30
20	15

(9 נק') א. חשבו את הממוצע, את החציון, את השכיח ואת סטיית התקן של מספר ימי החופשה.

(5 נק') ב. לאחר עיבוד נתוני הסקר, התברר שנפלה טעות בקשר ל-5 עובדים: חמשת העובדים האלה דיווחו בסקר כי ניצלו 10 ימי חופשה, בעוד למעשה הם לא ניצלו כלל ימי חופשה בשנה האחרונה. הסבירו כיצד ישתנו ערכי הממוצע, השכיח וסטיית התקן עקב תיקון הטעות.

שאלה 7 – סטטיסטיקה תיאורית

במפעל לייצור חלקי אלקטרוניקה, נבדק הזמן (בדקות) הדרוש לעובד כדי להרכיב מעגל חשמלי. להלן תוצאות הבדיקה שנעשתה בקרב 120 עובדים שנדגמו בדגימה אקראית:

זמן ההרכבה (בדקות) x	מספר העובדים $f(x)$
20–25	18
25–30	42
30–40	45
40–45	15
סך־הכול	120

(9 נק') א. חשבו את הממוצע, את השכיח ואת סטיית התקן של זמן ההרכבה.

(5 נק') ב. סרטטו תרשים התפלגות מתאים לנתוני השאלה.

שאלה 8 – התפלגות נורמלית

במפעל לייצור מוצרי קוסמטיקה טבעית, מכונה ממלאת בקבוקים בשמפו אורגני. נפח השמפו הממולא בבקבוקים מתפלג התפלגות נורמלית עם תוחלת (ממוצע) של 200 מ"ל וסטיית תקן 6 מ"ל.

- (9 נק') א. מה ההסתברות שנפח השמפו בבקבוק שנדגם דגימה אקראית במפעל יהיה **לכל היותר** 196 מ"ל?
- (5 נק') ב. מנהל המפעל הורה לפסול להפצה את הבקבוקים שבהם נפח השמפו בטווח ה-5% העליונים של התפלגות נפח השמפו בבקבוקים המיוצרים במפעל, ואת אלה שבהם נפח השמפו בטווח ה-5% התחתונים של ההתפלגות. כלומר לפי הוראתו, יוצאו להפצה **רק** ה-90% שמרוכזים סביב הממוצע. מהם נפחי השמפו בבקבוקים שנפסלו להפצה?

שאלה 9 – משפט הגבול המרכזי

מפעל מייצר ארגזים מפלסטיק. זמן הייצור של ארגז מתפלג התפלגות נורמלית עם תוחלת (ממוצע) של 30 דקות וסטיית תקן 4 דקות. בכל יום נמדדים זמני הייצור של 10 ארגזים שנדגמים בדגימה אקראית.

- (9 נק') א. מהי בקירוב ההסתברות שזמן הייצור הממוצע של ארגז על פי המדגם יהיה בין 29.5 ל-31 דקות?
- (5 נק') ב. מהו זמן הייצור הממוצע בעשירון התחתון של ההתפלגות?

שאלה 10 – רגרסיה לינארית

חברה מעוניינת לבחון את הקשר בין מספר שעות ההדרכה החודשיות הניתנות לעובדיה בנושאי חדשנות (X), ובין מספר הרעיונות החדשניים שמיושמים בחברה (Y) בחודש. החברה אספה נתונים על מספר שעות ההדרכה והרעיונות שיושמו בכל אחד מ-12 החודשים של שנת 2024. להלן סיכום חלקי של חישובי החברה על-פי הנתונים שאספה.

$S_{XY} = 18$	$\sum_{i=1}^{12} X_i = 600$	$\sum_{i=1}^{12} Y_i = 120$	$\sum_{i=1}^{12} X_i^2 = 31,200$	$\sum_{i=1}^{12} Y_i^2 = 1,248$
---------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------------	---------------------------------

- (7 נק') א. חשבו את מקדם המתאם של פירסון בין מספר שעות ההדרכה בנושאי חדשנות ובין מספר הרעיונות החדשניים שיושמו בחברה ב-12 החודשים של שנת 2024. הסבירו את משמעות התוצאה (כיוון הקשר ועוצמתו).

- (7 נק') ב. 1. הציגו את המשוואה לניבוי מספר הרעיונות החדשניים שיושמו בחברה כתלות במספר שעות ההדרכה החודשיות בנושאי חדשנות.
2. חשבו את מספר הרעיונות הצפוי שיושמו בחברה בחודש, אם יינתנו לעובדים 100 שעות הדרכה בנושאי חדשנות באותו חודש.

פרק שלישי: סטטיסטיקה יישומית (10 נקודות)

שאלה 11

ענו על ארבעה מבין הסעיפים א'–ו' (לכל סעיף – 2.5 נקודות).

חברת "טיולים עולמיים" מתמחה בארגון טיולים ליעדים פופולריים ברחבי העולם. החברה מבקשת לדעת יותר על הרגלי הנסיעה של לקוחותיה כדי לשפר את חוויית השירות שהיא מעניקה להם. לצורך כך, החברה אספה נתונים על 20 טיולים שערכו לקוחותיה בשנה האחרונה, לגבי היעד, עלות הטיול, משך הטיול, מספר המשתתפים ורמת שביעות הרצון של הלקוחות. גליה, עובדת החברה, ריכזה את הנתונים בגיליון Excel, בעמודות F–A, וביצעה חישובים שונים באמצעות פונקציות Excel על מנת להסיק מסקנות. הגיליון מוצג בנספח לשאלה 11. עליכם לשחזר את הפונקציות והנוסחאות ששימשו את גליה לצורך החישובים, לפי הנדרש בסעיפי השאלה.

הנספח נועד לשמש לכם כגיליון נתונים בלבד. עליכם לכתוב את כל התשובות במחברת הבחינה.

קראו בעיון את ההוראות שלהלן בטרם תענו על סעיפי השאלה

- לצורך עיבוד הנתונים, השתמשו בפונקציות המתאימות ובכתובות יחסיות ומוחלטות כפי שהן מופיעות בתוכנת ה-Excel.
- כתבו את פונקציית ה-Excel המתאימה, בפירוט טווח התאים הרלוונטיים לחישוב הפונקצייה.
- כתבו את הפונקציות הנדרשות כפי שהן ייראו בשורת הנוסחאות שבגיליון ה-Excel.

- (2.5 נק') א.** גליה חישה את מספר המשתתפים בכל הטיולים (עמודה E). הציגו במחברת הבחינה את הפונקצייה שנרשמה בתא H3 לצורך החישוב והחזרת הערך המופיע בתא זה.
- (2.5 נק') ב.** גליה חישה את ערך הממוצע של דירוג שביעות הרצון (עמודה F). הציגו במחברת הבחינה את הפונקצייה שנרשמה בתא H6 לצורך החישוב והחזרת הערך המופיע בתא זה.
- (2.5 נק') ג.** גליה חישה את החציון של עלות הטיולים (עמודה C), כלומר מהי העלות ש-50% מהטיולים יקרים יותר ממנה. הציגו במחברת הבחינה את הפונקצייה שנרשמה בתא H9 לצורך החישוב והחזרת הערך המופיע בתא זה.
- (2.5 נק') ד.** גליה חישה את מקדם המתאם בין משך הטיול ובין דירוג שביעות הרצון (עמודות D ו-F). הציגו במחברת הבחינה את הפונקצייה שנרשמה בתא H12 לצורך החישוב והחזרת הערך המופיע בתא זה.
- (2.5 נק') ה.** גליה חישה את מספר המשתתפים בטיולים שהמשך שלהם 14 ימים ומעלה (עמודות E ו-D). הציגו במחברת הבחינה את הפונקצייה שנרשמה בתא H15 לצורך החישוב והחזרת הערך המופיע בתא זה.
- (2.5 נק') ו.** בעמודות J ו-K שבקובץ ה-Excel נתון פלט מדדים סטטיסטיים של עלות הטיול. בפלט זה נמחק הנתון שבתא J9, המייצג את ערכו של Sample Variance. חשבו ערך זה (חישוב מספרי) על סמך נתוני הפלט. **חובה להשתמש בנתוני הפלט לצורך החישוב.**

בהצלחה!

נספח: גיליון אלקטרוני Excel (לשאלה 11)

לשאלון 803381, קיץ תשפ"ה

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	מספר טיול	יעד	עלות הטיול (ש"ח)	משך הטיול (ימים)	מספר משתתפים	דירוג שביעות רצון		סעיפים א'-ה'		סעיף ו' - פלט	
2	1	טוקיו, יפן	6,311	14	4	4				עלות הטיול (ש"ח)	
3	2	רומא, איטליה	6,051	5	2	2	א.	63			
4	3	בנגקוק, תאילנד	7,420	7	4	4				7,198.6	Mean
5	4	ברצלונה, ספרד	2,184	9	2	4				855.4	Standard Error
6	5	טוקיו, יפן	5,555	11	2	5	ב.	4		6,853.5	Median
7	6	סידיני, אוסטרליה	4,385	9	4	5				#N/A	Mode
8	7	ניו יורק, ארה"ב	13,309	20	5	5				3,825.5	Standard Deviation
9	8	טוקיו, יפן	7,396	6	2	2	ג.	6,853.50		?	Sample Variance
10	9	בנגקוק, תאילנד	14,035	16	2	5				-1.1	Kurtosis
11	10	ברצלונה, ספרד	12,096	20	4	5				0.2	Skewness
12	11	רומא, איטליה	9,666	11	2	4	ד.	0.75		12,846	Range
13	12	בנגקוק, תאילנד	10,274	4	2	1				1,189	Minimum
14	13	בנגקוק, תאילנד	3,558	17	4	5				14,035	Maximum
15	14	ניו יורק, ארה"ב	8,849	9	4	4	ה.	32		143,971	Sum
16	15	ברלין, גרמניה	3,047	14	1	4				20	Count
17	16	ברצלונה, ספרד	3,747	10	5	5				1,790.4	Confidence Level (95.0%)
18	17	לונדון, אנגליה	10,167	17	5	4					
19	18	בנגקוק, תאילנד	10,998	5	2	2					
20	19	ברלין, גרמניה	1,189	16	5	5					
21	20	לונדון, אנגליה	3,734	19	2	5					