

מדריך למורה – מבוא

ספר זה הינו המדריך למורה לספר השלישי מסדרת אולימפוס:

מתמטיקה לתלמידי 4 יח"ל – חלק ג - סטטיסטיקה

המדריך למורה לספר של 4 יח"ל חלק ג עוסק בסטטיסטיקה ומיועד למורים המלמדים עם ספר זה.

בספר הלימוד בכל פרק תמצאו:

- א. **חלק תיאורטי.** החלק התיאורטי מלווה בדוגמאות ובהסברים מפורטים. ההגדרות והמסקנות מודגשות ברקע אפור ובמסגרת.
- ב. **דוגמאות פתורות.** שאלות מלוות בפתרון מלא ובהסברים מפורטים. ניתן להיעזר בדוגמאות הפתורות במהלך השיעור בכיתה, או להפנות אליהן תלמידים שזקוקים להסבר נוסף.
- ג. **תרגילים לעבודה עצמית.** התרגילים בכל פרק בסדר קושי עולה ובהתאם לחלק התיאורטי ולדוגמאות.

במדריך למורה בכל פרק תמצאו:

- א. **פריסות הוראה.** פריסות הוראה המותאמות לפריסות ההוראה המומלצות של הפיקוח על המתמטיקה. בפריסות ההוראה אנו מציינים גם את שעות ההוראה המומלצות לכל נושא. זאת בהנחה שמלמדים 5 ש"ש. יש להתייחס לשעות אלה בגמישות. ייתכן שיהיו נושאים שידרשו יותר זמן וכאלה, שפחות. זאת מסגרת הזמן המומלצת אך יש להתאימה לקצב של הכיתה. כמובן שאם יש יותר שעות הוראה, ניתן להעמיק יותר, לעבור על תרגילים נוספים או להתקדם מהר יותר.
 - ב. **תרגילי ליבה.** פירוט של תרגילי ליבה בפרק. הכוונה היא לתרגילים מומלצים לכיתה או כשיעורי בית על מנת להבטיח את הבנת התלמידים. כמובן שניתן ומומלץ לפתור תרגילים נוספים מהפרק. לקראת מבחן ניתן לפתור את התרגילים שלא עברתם עליהם עדיין.
 - ג. **דגשים** מתמטיים ופדגוגיים הקשורים לנושא הנלמד.
- המחשה מתוקשבת – התלמידים יתנסו בפעילויות מתוקשבות מוכנות בעיקר באקסל, ישערו השערות הניתנות לבדיקה באמצעות היישומון ויוכלו לנסח מסקנות למקרים כלליים. הלמידה הפעילה משפרת את ההבנה, מעודדת חשיבה ושיח מתמטי ותורמת להנאה של התלמידים.
- פעילויות מתוקשבות נוספות לאלו המופיעות בספר, שנכתבו על ידי צוות משבצת, ניתן למצוא באתר האינטרנט של משבצת, בחומרים המשוויכים לספר זה.

כרך ג – 4 יח"ל כיתה י"א התשפ"ז פריסת שעות לחודשים ספטמבר 2026 - מרץ 2027

שימו לב: לפי הפיקוח, בחודש ספטמבר ובמחצית השנייה של חודש אוקטובר יש ללמד סטטיסטיקה והסתברות של כיתה יוד. הכוונה למורים שלא הספיקו בכיתה יוד ללמד נושאים אלה או חלק מנושאים אלה.

*** נושאים בסטטיסטיקה ובהסתברות שירדו במיקוד תשפ"ז עבור כיתה יא 4 יח"ל:**

- רבעונים ועשירונים
- מאורעות תלת-שלביים

להלן פריסה של נושאי הלימוד **הסתברות** לפי מספרי העמודים **מהספר:**

סטטיסטיקה והסתברות - לתלמידי 4 יח"ל כיתה יוד (חלק ג) - בהוצאת משבצת

הסתברות					חודש
פרק	סעיף	החל מעמ'	מס' שעות	רשימת תרגילי ליבה	ספטמבר
5	מושגי יסוד	158-187 <u>ללא</u> סעיף ב.2 *		(2), (5), (8)	
	א.1			(1), (3), (5), (6), (8)	
	א.2			(3), (5), (9) – (11), (14)	
	א.3			(1), (4), (9), (11)	
	ב.1				
6	דיאגרמת עץ (<u>ללא</u> מאורעות תלת-שלביים *)			(1), (8), (12), (14), (17), (26), (33), (37), (39), (45)	
7	טבלה דו-ממדית			(1), (4), (5), (7), (9)	
		210-221			
8	הסתברות מותנית, תלות בין מאורעות (<u>ללא</u> מאורעות תלת-שלביים *)				
	א	222-244		(1), (3), (7), (9), (11) – (13), (17), (19), (22), (25), (29), (31)	
	ב	245-259		(7), (9), (10), (16), (18), (19)	
10	סיכום וחזרה בהסתברות (<u>ללא</u> מאורעות תלת-שלביים *)				
		263-282		(2), (9), (11), (14), (18), (22), (23), (25), (28), (29), (33), (36), (37), (40) – (42), (47), (48), (52), (56), (58) – (62), (64), (66), (68)	
11	שילוב סטטיסטיקה והסתברות				
		283-295		(3), (6) – (8), (11), (14), (15), (17) – (20)	
מהספר לכיתה יוד חלק ג (נכון לשנת תשפ"ז לפי הפיקוח) לכיתות שלא הספיקו ללמוד נושאים אלה בכיתה יוד					

*** נושא מאורעות תלת-שלביים ירד במיקוד לשנת תשפ"ז.**

להלן פריסה של נושאי הלימוד סטטיסטיקה לפי מספרי העמודים מהספר:

סטטיסטיקה והסתברות - לתלמידי 4 יח"ל כיתה יוד (חלק ג) - בהוצאת משבצת

סטטיסטיקה					חודש		
מהספר לכיתה יוד חלק ג (נכון לשנת תשפ"ז לפי הפיקוח) לכיתות שלא הספיקו ללמוד נושאים אלה בכיתה יוד	פרק	סעיף	החל מעמ'	מס' שעות	רשימת תרגילי ליבה		
	1	מושגי יסוד					
			6-7				
	2	הצגת נתונים ותיאורם הגרפי					
		א	8-44		(2), (5), (6)		
		ב			(1), (2), (6), (12), (15)		
		ג			(1), (2)		
		ד			(1), (2)		
		ה.1			(2), (4)		
		ה.2			(1), (3), (4), (7)		
		ה.3			(1), (2)		
		ה.4			(1), (2)		
		3			מדדי מרכז		
	*למעט נושא רבעונים ועשירונים						
	א.1		45-120		(3), (4), (7), (9), (11) – (13), (17) – (19) (21) – (23), (26), (27)		
	א.2				(1), (4), (5), (7), (9)		
	ב				(2), (4), (6), (8), (9) – (11), (13)		
	ג				(1), (3), (4), (6), (8), (9)		
	ד				(1), (4), (6), (8), (9), (12), (14)		
	ה				(2), (6), (7), (9), (12), (14), (16), (19), (21) (23) – (26), (30), (31), (33), (34), (37), (40) – (43)		

* נושא רבעונים ועשירונים ירד במיקוד תשפ"ז.

על פי פריסת ההוראה של משרד החינוך :

4 שעות מוקדשות לחזרה (בחודש פברואר), 15 שעות מוקצבות להתפלגות נורמלית (בחודשים פברואר - מרץ)
ו- 16 שעות מוקצבות לרגרסיה (בחודש מרץ).
התוכנית להלן מתבססת על 20 שעות שבועיות.

להלן פריסה של נושאי הלימוד בסטיסטיקה לפי מספרי העמודים מהספר :

סטטיסטיקה - לתלמידי 4 יח"ל כיתה יא (חלק ג) - בהוצאת משבצת

חודש	סטטיסטיקה					הערות
	פרק	סעיף	נושא	עמודים	מס' שעות	רשימת תרגילי ליבה
פברואר	1	א	חזרה	6-19	4	התפלגות נורמלית ציון תקן, ייצוגים גרפיים של התפלגויות שונות (הבדלים ומשמעויות), תכונות של עקומת התפלגות נורמלית, עקומת ההתפלגות של ציוני תקן, שימוש בעקומה סטנדרטית (מציאת הסתברות, ציון תקן, ממוצע, סטיית תקן).
		ב		20-24		
	2		משתנה רציף	25-26	1	
	3		ייצוגים גרפיים של התפלגויות רציפות	27-31	2	(7) – (3)
	4	א	טרנספורמציות במשתנים רציפים	32-38	2	(9) – (3)
		ב		39-45		(7) – (3)
מרץ	5		ציון תקן	46-52	3	(12) – (10), (6), (3)
	6	1.א	התפלגות נורמלית	53-57	7	(5) – (2)
		2.א		58-68		(5) – (1)
		ב		68-89		(11), (9), (8), (5), (3), (2), (25), (23) – (20), (15), (13), (35), (30), (27) – (33), (37) – (40), (43)

קשר סטטיסטי בין שני משתנים כמותיים, ניבוי ורגרסיה לינארית							חודש
פרק	סעיף	נושא	עמודים	מס' שעות	רשימת תרגילי ליבה	הערות	
מרץ		רגרסיה קשר סטטיסטי בין שני משתנים כמותיים (דיאגרמת פיזור) מקדם מתאם, ישר רגרסיה, שאלות סיכום.					
	7	קשרים סטטיסטיים בין שני משתנים כמותיים	90-105	2-3	(2), (4), (5), (8)		
	8	ניבוי באמצעות גרף הממוצעים	106-112	1	(1), (2), (4)		
	9	א - ג ד	מקדם המתאם – מדד לקשר לינארי	113-139	6	(3) – (5), (6), (8), (10), (12), (15), (18) – (20), (22), (23), (26), (28), (30), (32)	
				140-142		(1), (5)	
	10		הסקה על קשר לינארי מתוך טבלאות נתונים	143-148	1-2	(1), (4) – (6)	
	11	א ב	קו הניבוי – ישר הרגרסיה	149-165	6	(5), (6), (8) – (13), (16), (18) – (21), (24), (26), (27), (29)	
				166-170		(1), (3), (5), (6)	
12		שאלות סיכום וחזרה בסטטיסטיקה	171-179		(1) – (12)		

דגשים מתמטיים ופדגוגיים

פרק 1 – חזרה: ממוצע וסטיית תקן

פרק זה הוא פרק חזרה על הנלמד בסטטיסטיקה בכיתה יוד. מיועד לריענון, ללא התנסות וחקר.

סעיף א

סעיף זה כולל מושגי יסוד, מדדי מרכז (ממוצע, ממוצע משוקלל, חציון ושכיח) ותכונותיהם, ודוגמאות פתורות הכוללות את מדדי המרכז וייצוגים שונים. נקדיש תשומת לב מיוחדת להיסטוגרמה (דוגמה (3) עמוד 14). היסטוגרמה היא הצגה גרפית של התפלגות נתונים עבור משתנה רציף המסודר בקבוצות. נעשה שימוש בהיסטוגרמה בפרק הבא. נתייחס ל"גבולות אמיתיים" ולאמצע קבוצה.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

תרגילים ממוקדים לחזרה וריענון.

סעיף ב

חזרה על סטיית תקן.

בעמוד 20 יש סיכום תמציתי על מדד סטיית התקן, אופן חישובו ותכונותיו. יש שתי דוגמאות פתורות.

הראשונה היא דוגמה פשוטה של סטיית תקן ומעבר מדיאגרמה לטבלה, וכוללת את כל שלבי החישוב. בדוגמה השנייה בעמוד 21 יש לעבור משכיחות יחסית באחוזים לשכיחות הנתונים.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

השאלות עוסקות בסטיית בתקן בייצוגים שונים.

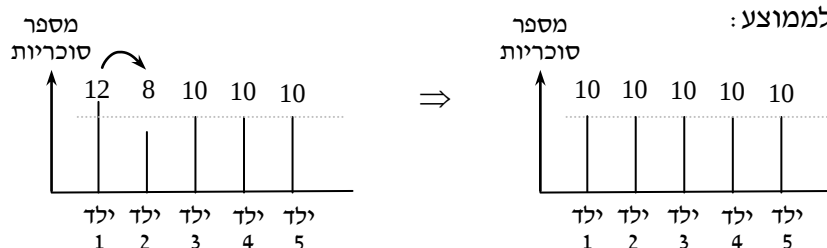
שאלות (6) – (8) יותר איכותניות.

שאלה (7) עמוד 23 – שאלה איכותנית על משמעות הממוצע וסטיית התקן.

בסעיף (א) – רואים בבירור שהמספרים 8 ו-12 מרוחקים מהמספר 10 באותה המידה, ומופיעים מספר שווה של פעמים בכל סדרה. בבירור נראה ש-10 הוא הממוצע. ניתן לראות זאת גם באופן הבא:

הממוצע הוא מדד המתאר חלוקה שווה בין כולם, כלומר הוא מתקבל מחלוקת סכום הערכים במספר הנתונים. לדוגמה: נניח שלילד אחד יש 12 סוכריות, לילד שני יש 8 סוכריות ולכל אחד משאר הילדים יש 10 סוכריות. אם הילד שיש לו 12 סוכריות יעביר 2 לילד עם 8 הסוכריות, לכל אחד מהילדים בקבוצה יהיה מספר שווה של סוכריות (10 סוכריות), כלומר תהיה חלוקה שווה בין כולם. לכן ניתן להבין שהממוצע הוא 10.

המחשה גרפית לממוצע:



המשך בעמוד הבא <<<

סעיף (ב) – סטיית תקן היא מדד המראה על פיזור הנתונים סביב הממוצע.

סטיית התקן הולכת וקטנה ככל שמוסיפים יותר פעמים את הממוצע (10) לכן (iv) היא סטיית התקן הקטנה ביותר והיא הולכת וגדלה בסדרות הקודמות. סטיית התקן הגדולה ביותר היא בסדרה (i).

סעיף (ג) – המספר 10 אינו מוסיף לסכומים של חישוב סטיית התקן. $S^2 = \frac{(12-10)^2 + (8-10)^2 + 0}{N} = \frac{8}{N}$

אם דורשים שסטיית התקן תהיה 1, אז $N=8$ (N – סכום השכיחויות).

ולכן המספר 10 צריך להופיע 6 פעמים.

סעיף (ד) – במקרה זה לא ייתכן שסטיית התקן תהיה 0 כי זה יכול להתקבל רק כאשר כל המספרים זהים.

פרק 2 – משתנה רציף וייצוגו הגרפי

זהו פרק תיאורטי.

נעבור מטיפול במשתנה בדיד בו עסקנו בכיתה יוד למשתנה רציף בכיתה יא.

בכיתה יוד הכרנו היסטוגרמה.

שטח כל מלבן בהיסטוגרמה (ולא גובה המלבן) פרופורציוני לשכיחות הקבוצה או לשכיחות היחסית של הקבוצה.



תיאור והסבר מפורט בעמודים 25 – 26 בספר.

פרק 3 –

ייצוגים גרפיים של התפלגויות רציפות – מיקום מדדי מרכז ותכונות נוספות

לאחר שעברנו מהיסטוגרמה לגרף, ניתן לדבר על ייצוגים גרפיים של התפלגויות רציפות ותכונות שונות. נראה דוגמאות לגרפים של התפלגות סימטרית, נדגיש גרף של התפלגות סימטרית פעמונית, התפלגויות א-סימטריות ועוד.

מטרת פרק זה היא היכרות עם גרפים של התפלגויות שונות, מיקום מדדי מרכז בהתפלגויות אלה.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

התרגילים משלבים תיאור גרפי של התפלגויות, מיקום מדדי המרכז ומעט חישובים.

בתרגיל (1) – נתאים תיאור מילולי לגרף ולהיפך.

בתרגיל (2) – נשלים טבלה כך שתיוצר התפלגות סימטרית.

פתרון תרגיל (3) –

(א) יש 7 קבוצות של מספר שעות קריאה. בכל אחת מהקבוצות הטווח הוא 0.2.

הקבוצה האמצעית היא הקבוצה שמספר שעות הקריאה המתאים לה הוא 0.6 – 0.8.

מכיוון שההתפלגות היא סימטרית, מספר הילדים בקבוצות שמימין לקבוצה זו צריך להיות זהה למספר

הילדים שמשמאל לקבוצה זו, בצורה סימטרית.

למשל: אם בקבוצה שמספר שעות הקריאה בה הוא 0.4 – 0.6 (הקבוצה שמימין לקבוצה האמצעית) יש

שכיחות של 15 ילדים, כך גם צריכה להיות השכיחות של הקבוצה שמספר שעות הקריאה בה הוא 0.8 – 1

(הקבוצה שמשמאל לקבוצה האמצעית).

נקבל את הטבלה הבאה:

מס' שעות קריאה	0 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	0.8 - 1	1 - 1.2	1.2 - 1.4
מספר ילדים	3	7	15	30	15	7	3
שכיחות יחסית	0.0375	0.0875	0.1875	0.375	0.1875	0.0875	0.0375
שכיחות יחסית מצטברת באחוזים	3.75%	12.5%	31.25%	68.75%	87.5%	96.25%	100%

(ב) נוסיף לטבלה שורה של אמצעי הקבוצות:

מס' שעות קריאה של אמצע הקבוצה	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3
מספר ילדים	3	7	15	30	15	7	3

מכיוון שההתפלגות סימטרית, הרי שהממוצע (וגם החציון) הוא מספר שעות הקריאה של אמצע הקבוצה

האמצעית, כלומר 0.7 שעות = $\bar{X}$.

$$N = 3 + 7 + 15 + 30 + 15 + 7 + 3 = 80$$

נחשב את סטיית התקן:

$$S = \sqrt{\frac{3(0.1 - 0.7)^2 + 7(0.3 - 0.7)^2 + 15(0.5 - 0.7)^2 + 30(0.7 - 0.7)^2 + 15(0.9 - 0.7)^2 + 7(1.1 - 0.7)^2 + 3(1.3 - 0.7)^2}{80}} =$$

$$S = \sqrt{\frac{1.08 + 1.12 + 0.6 + 0 + 0.6 + 1.12 + 1.08}{80}} = \sqrt{\frac{5.6}{80}} = \sqrt{0.07} = 0.2646 \text{ שעות}$$

פרק 4 – טרנספורמציות במשתנים רציפים

בפרק זה שני סעיפים.

בסעיף א' – נחזור על טרנספורמציות במשתנים בדידים. הנושא נלמד בכיתה יוד.

בסעיף ב' – נלמד על טרנספורמציות במשתנים רציפים והשפעותיהן על מדדי המרכז ועל מדדי הפיזור.

סעיף א

בסעיף זה יש המחשה מתוקשבת וסיכום התכונות של ממוצע וסטיית תקן, ודוגמה פתורה.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

אומנם יש בשאלות חישובים, אך על שאלות רבות ניתן לענות באופן איכותני.

בשאלות (1) – (3) יש לחשב ממוצע וסטיית תקן, אך בסעיפים (ג) – (ד) יש שאלות על טרנספורמציות ועליהן ניתן לענות באופן איכותני.

למשל בשאלה (3) בסעיף (ג) יש תוספת של נקודות לכל ציון, ובסעיף (ד) יש תוספת של אחוז מסוים לכל ציון. בתוספת של מספר קבוע לכל ציון, הממוצע יגדל באותה תוספת, אך סטיית התקן לא תשתנה, כיוון שהפיזור סביב הממוצע לא השתנה. **אין צורך לחשב ממוצע וסטיית תקן.**

כאשר מגדילים/ מקטינים באחוז מסוים כל ציון, בעצם זו פעולה של הכפלה במספר קבוע, והממוצע יגדל פי אותו המספר. סטיית התקן תשתנה כיוון שאנחנו "מותחים" את הנתונים על ציר ה- X . גם סטיית התקן תוכפל פי אותו המספר.

סעיף ב

הסעיף עוסק בטרנספורמציות במשתנים רציפים.

ללימוד טרנספורמציות אלה ניעזר בייצוג הגרפי של ההתפלגות.

דוגמה פתורה בעמודים 39-40 :

באזור א' – יש תוספת קבועה לגודל כל דירה.

הממוצע ישתנה באותה התוספת.

סטיית התקן לא תשתנה.

באזור ב' – כופלים כל נתון ב- 1.1.

יש מתיחה של הנתונים ביחס לציר ה- X .

הממוצע יגדל פי 1.1.

סטיית התקן תגדל (תוכפל פי 1.1), כיוון שבפעולה של הכפלה, גרף התפלגות מתרחב (ימינה ושמאלה) כלומר הפיזור סביב הממוצע גדל.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

בשאלות יש סרטוט היסטוגרמה, מצולע שכיחויות, חישוב ממוצע וסטיית תקן והשינוי שלהם בעקבות טרנספורמציה.

פרק 5 – ציון תקן

ציון תקן מייצג את מיקומו היחסי של ערך בהתפלגות ביחס לממוצע, תוך התחשבות בפיזור ההתפלגות. המעבר מערך המשתנה הנתון לציון תקן המתאים לו חשוב במיוחד כאשר ברצונו להשוות בין שני ערכים, שכל אחד מהם שייך לסדרה אחרת והסדרות שונות זו מזו בממוצע ובסטיית התקן. נתחיל בדוגמה על שתי כיתות ושאלה מי מבין שני התלמידים הצליח יותר בהשוואה לשאר הנבחנים בכיתה.

התייחסות לשאלות לעבודה עצמית

שאלות (1) – (8) פשוטות וכוללות:

– חישוב ציון תקן

– חישוב ציון גולמי לציון תקן נתון

– השוואה בין שני ציונים בהתפלגויות שונות

שאלה (10) – בסעיף ג) מטרת השאלה היא להגיע למסקנה שממוצע ציוני התקן הוא 1.

האם זה נכון תמיד? בכיתות חזקות של 4 יח"ל ניתן לקיים דיון על כך.

ידוע שסכום הסטיות מהממוצע שווה ל-0.

כיוון שציון תקן הוא הסטייה של הציון מהממוצע (ביחידות של סטיית תקן), אז סכום ציוני התקן יהיה תמיד 0.

בסעיף ד) סטיית התקן של ציוני התקן שווה ל-1.

נראה שהכללה ודיון בנושא זה מתאימים לתלמידי 4 יח"ל חזקים בתוכנית הלימודים החדשה.

פרק 6 – התפלגות נורמלית

סעיף א.1

בסעיף זה נציג את ההתפלגות הנורמלית.

נסביר שאנו רוצים להשוות נתונים של אוכלוסיות גדולות שונות, שיש להן ממוצע שונה וסטיית תקן שונה, ולכן נעבור לצורת מדידה אחידה.

נעבור להציג את הנתונים בציוני תקן, ונקבל התפלגות נורמלית סטנדרטית.

כיוון שציון התקן הוא $z = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$, בהתפלגות נורמלית סטנדרטית הממוצע $\bar{x} = 0$,

וסטיית התקן היא $s = 1$.

נראה את העקומה של ההתפלגות הנורמלית הסטנדרטית, ונסכם את תכונותיה (בעמוד 54).

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית

נתייחס לייצוג הגרפי של ההתפלגויות השונות, נוציא מהגרף מידע ונתייחס להתפלגות נורמלית באופן מיוחד.

תרגיל (3) עמוד 56 – השאלה איכותנית ואינה דורשת חישובים.

נתייחס ל-3 עקומות של התפלגות נורמלית ונשווה בין הממוצע וסטיית התקן שלהן.

תרגיל (5) עמוד 56 – השאלה איכותנית ואינה דורשת חישובים.

מתוך גרף התפלגות נורמלית סטנדרטית, נוציא נתונים, ונשתמש בתכונות הגרף של התפלגות זו.

סעיף א.2

בסעיף זה נציג את טבלת ההתפלגות הנורמלית הסטנדרטית.

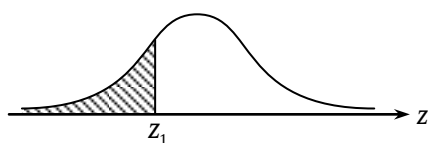
נשתמש בטבלה זו לפתרון שאלות בסטטיסטיקה ובהסתברות.

נסביר בעזרת דוגמאות כיצד משתמשים בטבלה.

נדגיש כי ניתן לכתוב $P(z_1)$ או $P(z < z_1)$,

והנתון המתקבל הוא השטח שבין העקומה הנורמלית

וציר ה- z משמאל לציון z_1 (ראו סרטוט לדוגמה).



בדוגמה (3) סעיף (ג) נפתור את השאלה בשלוש דרכים שונות, ונשתמש בתכונות של ההתפלגות הנורמלית.

בדוגמה (6) נמצא את השטח בין העקומה הנורמלית וציר ה- z בין שני ערכי z .

בדוגמאות (8) – (9) נשתמש בטבלה באופן הפוך.

סעיף ב

בסעיף זה נשתמש בטבלת ההתפלגות הנורמלית לפתרון שאלות בסטטיסטיקה. נזכיר כי יש לעבור לציוני תקן, וכי השטח המוגבל בין ציר ה- Z לבין עקומת ההתפלגות הנורמלית היא 1.

בדוגמאות נעבור לציוני תקן, נמצא את האחוז באוכלוסייה מסוימת מתחת או מעל לציון מסוים, נשתמש בתכונות ההתפלגות הנורמלית ונקשר את הנושא גם להסתברות.

באמצעות טבלת ההתפלגות נוכל למצוא $P(Z < z_1)$.

מספר זה מייצג את ההסתברות לבחור באקראי אדם (ממדגם זה) בעל התכונה המבוקשת.

נגדיר מאון (או אחוזון) –

מחלקים את כל ערכי המשתנה ל-100 חלקים שווים.

מאון הוא ערך שאחוז מסוים מקבוצת הערכים נמוכים ממנו.

לדוגמה: המאון ה-8 הוא ערך ש-8% מהערכים קטנים או שווים לו.

נבהיר כי כאשר מבקשים מאון מסוים, לדוגמה את המאון ה-60, הכוונה היא לערך ש-60% מהערכים בקבוצה נמוכים ממנו. נחפש בטבלה את z_1 שעבורו מתקיים $P(z_1) = 0.6$.

דוגמה (3) עוסקת גם במאונים.

וכן שאלות (9), (12) – (14) לעבודה עצמית, מתמקדות בנושא זה.

בדוגמאות (6) – (7) יש שימוש בידע בהסתברות.

בדוגמה (8) יש שאלה מורכבת יותר הדורשת פתרון של מערכת שתי משוואות ב-2 נעלמים.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית

התרגילים הראשונים (1) – (6) הינם תרגילים פשוטים המתרגלים שימוש בטבלה בהקשר אורייני.

בתרגילים (8) – (9) יש שימוש בטרנספורמציות.

בתרגילים (9), (12) – (14) עוסקים גם באחוזונים.

בתרגילים יש שילוב של מושגים וחישובים בסטטיסטיקה ובהסתברות, בטרנספורמציות על ההתפלגות,

בהשוואה בין קבוצות שונות, והם מובילים לשאלות לרמת בגרות.

פרק 7 – קשרים סטטיסטיים בין שני משתנים כמותיים

בפרק זה, לראשונה בלימודי הסטטיסטיקה לתלמידי 4 יח"ל, נרצה למצוא קשר בין שני משתנים. בעמוד 90 בספר, הפתיח מאוד חשוב.

הפתיח כולל סימונים והסברים כלליים לגבי מושגים כגון משתנה וקשר בין משתנים. אנחנו נמשיך להתייחס לדוגמאות (1) – (5) בעמודים 91 – 96 גם בהמשך הספר.

סעיף א

אנו מעוניינים לבדוק קשר בין שני משתנים. בסעיף זה הבדיקה תהיה ברמה האינטואיטיבית – באמצעות דיאגרמת פיזור.

בדוגמה (1) (בעמוד 91) – נראה דיאגרמת פיזור עבור קשר לינארי מושלם.

– הקשר בין אורך צלע הריבוע להיקפו: כל הנקודות המתקבלות בדיאגרמת הפיזור מסתדרות על קו ישר.

בדוגמה (2) (בעמוד 92) – נבדוק את הקשר בין ציון שנתי לציון הבגרות.

– מתוך הטבלה קשה לראות אם יש קשר, ולכן נסרטט דיאגרמת פיזור.

בעמוד 93 – יש הנחייה לבניית הדיאגרמה באקסל.

מתוך הדיאגרמה רואים מגמה של קשר.

נדבר על "ענן" שמקיף את הנתונים והנטייה שלו.

ככל שהענן צר יותר (אם לא משנים קנה-מידה), נתקרב לישר הרגרסיה.

בדוגמה (3) – קשר לא לינארי מושלם.

בדוגמה (4) – קשר עם כיוון שלילי.

בעמוד 95 – ננסה להעביר קו ישר שבקרבתו נמצאות הנקודות.

כמובן שמבחינה מתמטית הישר הוא תוצאה של פתרון בעיית מינימום של ריבועי מרחקי הנקודות מהישר.

בעיה זו היא מעל רמת הלמידה ב-4 יח"ל.

בכל הדוגמאות (1) – (4) מוצגים מקרים בהם קיימים קשרים מסוגים שונים בין שני המשתנים. וניתן לדון בהם ולערוך השוואה ביניהם.

בדוגמה (5) מוצג מקרה שבו לא קיים קשר בין שני המשתנים: בודקים אם יש קשר בין מספר האותיות בשם לבין מספר שנות הלימוד. לפי דיאגרמת הפיזור המתאימה, רואים שאין קשר מכיוון שאין מגמת עלייה או מגמת ירידה ל"ענן" הנקודות.

סעיף ב

זהו סעיף תיאורטי קצר העוסק בהבדל בין קשר סטטיסטי וקשר סיבתי.

בדוגמאות המובאות יש קשר סטטיסטי שאינו סיבתי.

אנו נעסוק כמובן בקשר סטטיסטי.

בעמוד 97 נתחיל "לטפטף" את הנושא של ניבוי.

השתמשנו כאן במילה להעריך ולא לנבא.

סעיף ג

בלימודי הרגרסיה נעסוק רק בקשר לינארי, ולכן נבחין בין קשר לינארי לקשר שאינו לינארי.

חוזרים לדוגמאות (1) – (4) מעמודים 91 – 94.

נדון בעיקר בקשר לינארי **שאינו מושלם** – ונחפש ישר שרוב הנקודות סמוכות אליו.

בעמוד 99 יש סיכום על הנלמד בפרק 7.

- קשר לינארי עולה / יורד
- קשר לינארי מושלם
- קשר שאינו לינארי
- אין קשר בין 2 המשתנים.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 100 – 104) –

בתרגיל (1) – התלמידים נשאלים לדעתם אם יש קשר בין שני המשתנים, ואם הוא חיובי או שלילי.

שאלות (1) – (2) – מיועדות לעורר דיון בכיתה.

מעניין לשמוע מה יש לתלמידים להגיד על הקשר בין שני המשתנים.

החל מתרגיל (3) יש התייחסות לדיאגרמת פיזור.

כל השאלות מיישמות ברמה אינטואיטיבית את מה שלמדו בפרק זה.

פרק 8 – ניבוי באמצעות גרף ממוצעים

זהו פרק תיאורטי, ולכן יש בו 4 תרגילים בלבד.

מומלץ להקדיש לפרק זה לכל היותר שיעור אחד.

בפתיח של הפרק מוסבר **מהו ניבוי** (בסטטיסטיקה).

בדוגמאות הדגשנו את מציאת הערך המנובא (y), כאשר ידוע ערכו של המשתנה הבלתי-תלוי (x).

פרק 9 – מקדם המתאם – מדד לקשר לינארי

נרצה לחשב מדד (ערך מספרי) שיבטא את הקשר הלינארי בין צמדי תצפיות שנמדדו עבור נבדקים. המדד – מקדם המתאם של פירסון יבטא את עוצמת הקשר ואת כיוונו. **שימו לב:** אנו עוברים משימוש במשתנה אחד לזוג משתנים, מכיוון שעבור כל נבדק יש לנו תצפית המורכבת משני ערכי המשתנים (x, y) .

סעיף א

קווי ממוצעים והשתנות משותפת בגרף –

בדיאגרמת הפיזור אנו מוסיפים קווים מקבילים לצירים, העוברים דרך הממוצע המתאים למשתנים על כל אחד מהצירים. נוכל לדבר על 4 אזורים בגרף: ראו הסבר מפורט בדוגמה בעמוד 113 – 114. מקדם המתאם יתבסס על מיקום הנקודות שבדיאגרמת הפיזור בארבעת האזורים האלו ובהשתנות המשותפת של מיקומן יחסית לנקודת הממוצעים.

סעיף ב

חישוב מקדם המתאם –

בתחילת הסעיף יש תזכורת על סטיית התקן, כיוון שנזדקק לזה. ההסבר על קבלת הנוסחה לחישוב מקדם המתאם נוח יותר כאשר עוסקים בציוני התקן, לכן נעבור לציוני תקן. בעמוד 115 יש סרטוט של שתי דיאגרמות פיזור עם קווי הממוצעים: האחת בציונים גולמיים והשנייה בציוני תקן.

מאחר שבציוני תקן ערכי הממוצעים $\bar{x}$ ו- $\bar{y}$ הם 0, נוח לראות את ההקבלה בין חיוביות ושליליות של מכפלות הערכים השונים לבין חיוביות ושליליות של הרביעים השונים, ומשם נגיע לנוסחת מקדם המתאם לפי ציוני תקן בעמוד 116.

בשימו לב – בעמוד 116 - אנו מסבירים מה קורה כאשר אין קשר בין המשתנים.

לאחר **דוגמה 1**, נראה (בעמוד 117) מעבר אלגברי מנוסחה זו לנוסחה למקדם המתאם של פירסון באמצעות ציונים גולמיים. שתי נוסחאות אלה מופיעות בדף הנוסחאות.

ב- **דוגמה 2**, בעמודים 118 – 120, נראה חישוב של מקדם המתאם של פירסון באמצעות שתי הנוסחאות (שתי דרכי חישוב).

בעמוד 121 – מוסבר כיצד ניתן לקבל את r באקסל.

אמנם בבחינת הברורות אין בידי התלמידים כלי זה, אך הם יכולים לבדוק את עצמם במהלך הלמידה, וכן להכיר קצת יותר לעומק את האקסל ואת חשיבותו בלימודי הסטטיסטיקה.

בעמוד 121 – אנו מציגים נוסחה שלישית לחישוב r באמצעות מכפלת הציונים הגולמיים. נוסחה זאת לא מופיעה בדף הנוסחאות אך קלה לשימוש.

השימוש בנוסחה זו יתקבל בבחינות הברורות (לאחר בדיקה עם הפיקוח על המתמטיקה). לשיקולכם אם להציג נוסחה זו או לא.

לפני שעוברים לסעיף ג ניתן לתרגל חישוב פשוט של r : תרגילים (2) – (4): לפי נוסחה (2),
תרגילים (5) – (7): לפי נוסחה (1),
תרגילים (8) – (9): לפי נוסחה (3).

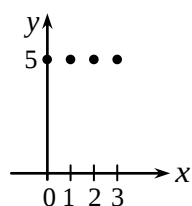
סעיף ג

תכונות מקדם המתאם –

- לאחר חישוב מקדם המתאם (הלינארי) r , נעסוק בתכונותיו.
- בעמוד 123 יש פעילות מתוקשבת שבאמצעותה ניתן להסיק על כיוון הקשר וחוזק הקשר, הן מדיאגרמת הפיזור והן מערכי ה- r השונים. השתנות r היא בהתאם למידת הפיזור.
- תחום הערכים של r
 - ערכו של r כאשר ערכי ה- y זהים זה לזה, או כאשר ערכי ה- x זהים זה לזה, ומהי המשמעות לגבי קיום או אי-קיום הקשר הלינארי בין המשתנים.
- בעמודים 124 – 125 יש סיכום על תכונותיו של מקדם המתאם r על סמך הפעילות המתוקשבת בעמוד הקודם, וכן על סמך הנוסחאות לחישוב r .

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 125 – 135) –

בשאלות (2) – (6) נחשב את r באמצעות שימוש בנוסחאות 1 ו-2.

פתרון לשאלה (13) בעמוד 129 –

(א) דיאגרמת הפיזור המתקבלת בסרטוט משמאל:

(ב) כל הנקודות על ישר אחד שמשוואתו $y = 5$.

המיוחד בישר – שהוא מקביל לציר ה- x .

(ג) (i) מכיוון שכל שיעורי ה- y של הנקודות זהות (שוות ל-5) הרי שסטיית התקן של שיעורי ה- y שווה ל-0 ($S_y = 0$).

(ii) r אינו מוגדר. בנוסחת המקדם של פירסון יש אפס במכנה (כי $S_y = 0$), לפיכך אין משמעות כלל למקדם המתאם בין המשתנים.

בשאלה (7) – נתון r . $N = 12$.

שואלים על המכפלות של ציוני התקן, ולכן יש להתייחס לנוסחה של חישוב r באמצעות ציוני התקן. לא ייתכן שכל המכפלות הן שליליות כי אז $r < 0$, ונתון: $r > 0$. אבל ייתכן שמכפלות בודדות תהיינה שליליות.

עד לשאלה (9) השאלות עוסקות בחישוב ישיר של r , בשימוש בנוסחאות והבנתן.

החל משאלה (10) בתרגילים יש מעבר בין ייצוגים שונים, שאלות מחשבה ושאלות איכותניות.

בשאלה (10) בתחילת התרגיל מחשבים את $\bar{x}$, $\bar{y}$, S_x , S_y , r , כאשר הנתונים מוצגים בדיאגרמת פיזור.

סעיף (ד) – דורש חשיבה והבנה של משמעות r .

לפי ערך ה- r ניתן לנבא לפי מגמה כללית (חיובית במקרה זה) אך לא ניתן להסיק בוודאות לגבי השינוי בערך המשתנה התלוי, ובטח לא כאשר הקשר חלש ($r = 0.3371$) לכן ההיגד הנכון הוא היגד (ii).

- בשאלות (11) – (14) – מבקשים לסרטט דיאגרמת פיזור עבור מספר נתונים קטן.
- בשאלות (12) – בודקים השפעת הוספת נקודות על עוצמת הקשר בין המשתנים, וכן על הקשר ל- r .
- בשאלות (13) – (14) – ערכי ה- y זהים או ערכי ה- x זהים. מתוך זה מסיקים לגבי מקדם המתאם. ניתן גם להסיק שלא קיים קשר בין המשתנים.
- בשאלות (19) – (21) – מוצגות דיאגרמות פיזור, ויש להסיק מסקנות על r .
- בשאלות (26) – (27) – נוסף לדיאגרמת הפיזור את קווי הממוצעים ונבדוק את תרומת הנקודות הנתונות לחיוביות ושלישיות הקשר (לפי האזור שבו נמצאת הנקודה). נבדוק אם עוצמת הקשר תגדל או תקטן בעקבות הוספת נקודה, באופן אינטואיטיבי והן באמצעות חישוב.

סעיף ד

השפעת טרנספורמציות על מקדם המתאם r

לאחר שתרגלנו את נושא מקדם המתאם, חישובו ומשמעויותיו השונות, ניתן לבדוק השפעה של טרנספורמציות לינאריות עליו.

בעמוד 140 יש פעילות מתוקשבת בעזרת אקסל.

הטרנספורמציות אותן מפעילים הן:

הוספת מספר קבוע (חיובי או שלילי) לכל אחד מערכי ה- x , הוספת מספר קבוע (חיובי או שלילי) לכל אחד מערכי ה- y , הכפלת כל אחד מערכי ה- x במספר קבוע, הכפלת כל אחד מערכי ה- y במספר קבוע, הוספת (או הורדת) אחוז קבוע לכל אחד מערכי ה- x או לכל אחד מערכי ה- y .

מסתבר ש- r אינו משתנה כתוצאה מפעולות אלה.

ההסבר לכך חורג מתחום הלמידה לתלמידי 4 יח"ל.

יש חשיבות לכך שהתלמידים יתנסו בכך ולא יקבלו זאת בצורה מונחת.

הדבר נובע מתקנון של r מכיוון שמחלקים בסטיות התקן.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 141 – 142)

השאלות בסעיף זה ממוקדות לנושא הטרנספורמציות.

בשאלה (5) סעיפים (ד), (ה) יש הורדה של $p\%$ מכל ציון או הוספת $k\%$ לכל ציון.

תרגיל זה מתאים לתלמידים החזקים ב-4 יח"ל.

פרק 10 – הסקה על קשר לינארי מתוך טבלאות נתונים

למדנו לחשב את מקדם המתאם, אך לעיתים ניתן לקבוע אם קשר לינארי ואת כיוון הקשר מהתבוננות בטבלאות נתונים, ללא צורך בחישוב מקדם המתאם.

y	x
y_1	x_1
y_2	x_2
y_3	x_3
y_4	x_4

כאשר נתונה טבלה ובה ערכי x וערכי y , נתבונן קודם בכיוון האופקי (בכל שורה). אם נזהה קשר מיידי בין ערכי ה- x וערכי ה- y , הרי שמתקיים כאן קשר מושלם, וניתן לדעת אם הוא קשר חיובי או קשר שלילי.

y	x
y_1	x_1
y_2	x_2
y_3	x_3
y_4	x_4

כאשר לא מזהים קשר בין ערכי ה- x וערכי ה- y (בכיוון האופקי), ניתן לבדוק אנכית (במעבר משורה לשורה), את ההפרשים בין ערכי ה- x , ואת ההפרשים בין ערכי ה- y . נחפש קשר בין שני הפרשים אלה. אם קיים תיאום או יחס קבוע בין ההפרשים, נסיק גם כאן שהקשר הוא קשר לינארי מושלם. אם הקשר אינו מושלם, נמצא שאין תיאום מושלם, אין יחס קבוע בין הפרשי ה- y להפרשי ה- x , אך עדיין ניתן לדעת אם הקשר חיובי או שלילי.

זהו סעיף קטן, ומטרתו "לחדד" את האינטואיציה בנושא קיום קשר לינארי וכיוונו רק מהתבוננות בטבלאות.

בעמוד 145 יש סיכום התהליך והסבר על מקדם המתאם לפי טבלאות.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 146 – 148) –

שאלה (1) – בשאלה זו יש את כל אפשרויות הקשר הלינארי בין שני משתנים: קשר חיובי מושלם, קשר שלילי מושלם, קשר שעוצמתו קטנה, קשר שלילי שאינו מושלם, קשר חיובי שאינו מושלם.

שאלות (4) – (6) – התלמידים מתבקשים לערוך שינוי כלשהו בטבלה כך שייווצר קשר מושלם.

פרק 11 – קו הניבוי – ישר הרגרסיה

סעיף א

מציאת משוואת ישר הרגרסיה –

הפתיח של הפרק בעמוד 149 מסביר מהו קו הניבוי שאותו נרצה להכיר בפרק זה. באמצעות דוגמה בעמוד 150 – 153 נפתח את הנוסחה למשוואת ישר הרגרסיה. נבדוק את השפעת שלושת הגורמים על השיפוע של ישר הרגרסיה:

r (יחס ישר), S_y (יחס ישר), S_x (יחס הפוך).

לאחר מכן נכיר את הנוסחה לחישוב שיפוע ישר הרגרסיה: $m = r \cdot \frac{S_y}{S_x}$.

נקודת הממוצעים נמצאת על ישר הרגרסיה מכיוון שהיא נמצאת במרכז הנתונים, ולכן נקבל את משוואת ישר הרגרסיה: $y - \bar{y} = m(x - \bar{x})$.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 156 – 165) –

שאלות (2) – (6) – בשאלות אלה נתון ישר הרגרסיה, לעיתים עם פרמטר שיש לחשבו. בשאלות (4) ו-(6) יש לחשב את מקדם המתאם (r) מתוך ישר הרגרסיה כאשר S_x ו- S_y נתונים. נשתמש בנוסחה $m = r \cdot \frac{S_y}{S_x}$ כדי לחשבו.

	y	x	
+1 ↻	1	3	↻ +2
+1 ↻	2	5	↻ +2
+1 ↻	3	7	↻ +2
+1 ↻	4	9	↻ +2

בשאלות (7) – (10) – מחפשים ישר הכי קרוב לנקודות. בשאלות (7), (8) ניתן לחשב את שיפוע ישר הרגרסיה מהטבלה, כאשר מזהים קשר מושלם, כפי שנלמד בפרק 10. בשאלה (7) למשל, לפי הטבלה רואים שיש תיאום בין הפרשי ה- x לבין הפרשי ה- y .

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{לכן שיפוע הישר הוא מנת ההפרשים:}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{2} \Rightarrow y - 1 = 0.5(x - 3) \Rightarrow y = 0.5x - 0.5$$

ראו פתרון מלא לשאלה (7) בעמוד הבא.

בשאלה (9) – לא קיים ישר רגרסיה כיוון שכל ערכי ה- y שווים.

בשאלה (10) כל ערכי ה- x שווים לכן r אינו מוגדר.

בשאלה (11) יש לחשב את r מתוך הנתונים, ולהתייחס לעוצמת הקשר. יש למצוא את משוואת ישר הרגרסיה. לשם כך נחשב את $\bar{x}$ ו- $\bar{y}$.

בסעיף (ה) – כל הנקודות הנוספות יכולות לייצג תצפיות, אך רק הנקודות הנמצאות על ישר הרגרסיה מנבאות ערך y בהינתן ערך x .

פתרון לשאלה (7) עמוד 156 –

(א) דבר 1 – דרך איכותנית כפי שהצגנו לעיל, מאחר וההפרשים בין שיעורי ה- x הם קבועים $(+2)$, וכן ההפרשים בין שיעורי ה- y הם קבועים $(+1)$, קיים קשר לינארי מושלם:

$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} = \frac{1 - 2}{3 - 5} = 0.5$$

$$1 = 0.5 \cdot 3 + b \Rightarrow b = -0.5$$

נציב את שיעורי הנקודה $(3, 1)$ ונקבל:

כלומר משוואת ישר הרגרסיה היא $y = 0.5x - 0.5$.

דבר 2 – חישוב כל הגורמים: $\bar{x}$, $\bar{y}$, S_x , S_y , r .

$$\bar{x} = \frac{3+5+7+9}{4} = 6, \quad \bar{y} = \frac{1+2+3+4}{4} = 2.5$$

$$S_x = \sqrt{\frac{(3-6)^2 + (5-6)^2 + (7-6)^2 + (9-6)^2}{4}} = \sqrt{\frac{9+1+1+9}{2}} = \sqrt{5}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{(1-2.5)^2 + (2-2.5)^2 + (3-2.5)^2 + (4-2.5)^2}{4}} = \sqrt{\frac{2.25 + 0.25 + 0.25 + 2.25}{4}} = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$r = \frac{(x_1 - \bar{x}) \cdot (y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x}) \cdot (y_2 - \bar{y}) + (x_3 - \bar{x}) \cdot (y_3 - \bar{y}) + (x_4 - \bar{x}) \cdot (y_4 - \bar{y})}{N \cdot S_x \cdot S_y} =$$

$$r = \frac{(3-6) \cdot (1-2.5) + (5-6) \cdot (2-2.5) + (7-6) \cdot (3-2.5) + (9-6) \cdot (4-2.5)}{4 \cdot \sqrt{5} \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}} =$$

$$= \frac{4.5 + 0.5 + 0.5 + 4.5}{10} = \frac{10}{10} = 1$$

$$m = 1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = 1$$

נחשב את שיפוע ישר הרגרסיה על ידי הנוסחה: $m = r \cdot \frac{S_y}{S_x}$

נציב את שיעורי נקודת הממוצעים שמצאנו במשוואת הישר $y = mx + b$ $\Leftrightarrow$

$$2.5 = \frac{1}{2} \cdot 6 + b$$

$$b = 2.5 - 3 = -0.5 \Rightarrow \boxed{y = 0.5x - 0.5}$$

(ב) משוואת ישר הרגרסיה היא $y = 0.5x - 0.5$.

נציב $x = 4$ ונקבל: $y = 0.5 \cdot 4 - 0.5 = 1.5$.

(ג) נציב במשוואת ישר הרגרסיה את ערכי ה- x הרשומים:

$$x = 3 \Rightarrow y = 0.5 \cdot 3 - 0.5 = 1$$

$$x = 5 \Rightarrow y = 0.5 \cdot 5 - 0.5 = 2$$

$$x = 7 \Rightarrow y = 0.5 \cdot 7 - 0.5 = 3$$

$$x = 9 \Rightarrow y = 0.5 \cdot 9 - 0.5 = 4$$

הערכים המתקבלים ממשוואת ישר הרגרסיה תואמים לחלוטין את ערכי הטבלה המקורית.

מסקנה: הקשר בין המשתנים הוא קשר לינארי מושלם.

בשאלות (14) – (15) עוסקות במצבים בהם אין טעם למצוא את משוואת ישר הרגרסיה, כיוון שמדיאגרמת הפיזור ניתן לראות שהקשר חלש מאוד.

החל משאלה (16) השאלות אורייניות.

בשאלות (16) – (20) יש חישובים שונים הקשורים למשוואת ישר הרגרסיה, וכן ניבוי.

בשאלות (21) – (22) יש התייחסות לדיאגרמת הפיזור ובה מסורטט ישר הרגרסיה. התלמידים צריכים להבין את הקשר ביניהם לבין מקדם המתאם, ועוצמת הקשר.

בשאלה (23) יש להשתמש בעובדה שישר הרגרסיה עובר דרך נקודת הממוצעים.

בשאלות (26) – (27) יש שינוי בסטיות התקן או בתצפיות, והתלמידים נשאלים על השפעת שינויים אלה על מדדים שונים, r וישר הרגרסיה.

פתרון שאלה (29) בעמוד 163 –

$$r = \frac{(x_1 - \bar{x}) \cdot (y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x}) \cdot (y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_N - \bar{x}) \cdot (y_N - \bar{y})}{N \cdot S_x \cdot S_y} \quad \text{(א) כפי שניתן לראות בנוסחה:}$$

מקדם המתאם r אינו משתנה כאשר מחליפים בין x ל- y (r סימטרי ביחס לשני המשתנים), ולכן מקדם המתאם זהה לזה שבשאלה (28) כלומר $r = 0.643$.
לפיכך גם כאן עוצמת הקשר הלינארי בין שני המשתנים היא $|r| = 0.643$.

(ב) הקשר הוא קשר חיובי בינוני (כי $0.4 \leq r < 0.7$).

(ג) מנתוני השאלה הקודמת נסיק כי $S_y = 0.685$, $S_x = 0.802$
נציב בנוסחה למציאת השיפוע $m = r \cdot \frac{S_y}{S_x}$ ונקבל: $m = 0.643 \cdot \frac{0.685}{0.802} = 0.55$
משוואת ישר הרגרסיה ששיפועו $m = 0.55$, והעובר דרך נקודת הממוצעים

$$y - 8.075 = 0.55(x - 10) \Rightarrow \boxed{y = 0.55x + 2.575} \quad \text{(לפי שאלה קודמת) (10, 8.075) היא:}$$

(ד) נציב $x = 10.8$ במשוואת ישר הרגרסיה, ונקבל: $y = 0.55 \cdot 10.8 + 2.575 \approx 8.52$ ש"ח

סעיף ב**השפעת טרנספורמציות לינאריות במשתנה y על ישר הרגרסיה –**

- א. חיבור של גודל קבוע לכל אחד מערכי ה- y יוצר הזזה אנכית של הגרף.
פיזור הנקודות לא משתנה: S_x , S_y לא משתנות, r לא משתנה.
- ב. הכפלת כל אחד מערכי ה- y בגודל קבוע יוצר מתיחה אנכית של הגרף. S_x ו- r לא משתנים. S_y משתנה.

בפרק סיכמנו את התכונות שמשתנות והתכונות שאינן משתנות, ויש גם ייצוג גרפי.

בנוסף יש המחשה מתוקשבת בנושא, לפעילות חקר.

ניתן לראות בצורה ויזואלית מאוד ברורה את השפעת השינויים על ישר הרגרסיה, ואת העובדה ש- r אינו משתנה.

בעמוד 167 יש טבלה המסכמת את השפעת הטרנספורמציות הלינאריות על הפרמטרים הקובעים את משוואת ישר הרגרסיה.

התייחסות לתרגילים לעבודה עצמית (עמודים 167 – 170) –

שאלות (1) – (4) – עוסקות רק בטרנספורמציות לינאריות על משתנה ה- y והשפעתן על הפרמטרים הקובעים את ישר הרגרסיה.

שאלות (6) – (8) – עוסקות בהשפעת הטרנספורמציות על ישר הרגרסיה בייצוג גרפי.

פרק 12 – שאלות סיכום וחזרה בסטטיסטיקה

הפרק כולל 12 שאלות בכל הנושאים של סטטיסטיקה המהוות חזרה טובה על כל הנושאים שנלמדו עד כה.

מבחנים

בעמודים 180 – 298 – יש מבחני חזרה כדוגמת מבחני בגרות בתוכנית הלימודים החדשה.

חלק מהמבחנים לקוחים ממבחני בגרות משנים קודמות עם שינויי מספרים, וחלק מהם מבחנים שחוברו במיוחד בהתאם לתוכנית.