

הדגמת השימוש בגיליון אלקטרוני להערכת שחקני כדור-סל וככלי לפיתוח החשיבה הסטטיסטית

תקציר

בשנים האחרונות נעשתה העמקה והרחבה של הנושא חקר נתונים למגוון גדול של תחומי-למידה הן בחינוך היסודי והן בחינוך העל-יסודי. הנתונים שנאספו עוברים עיבוד וחישובים שונים, ניתוח והסקת מסקנות לגבי השאלה שנערכה במחקר. הגיליון האלקטרוני (תכנת האקסל) הוא כלי ממוחשב רב-עוצמה המאפשר ארגון ועיבוד נתונים, עריכת חישובים עליהם והצגתם החזותית. במאמר הנוכחי נעשה שימוש בגיליון אלקטרוני להערכה ולבחירה של שחקני כדור-סל ולהדגמת השימוש בכלי לפיתוח החשיבה הסטטיסטית. ההדגמה מתבצעת תוך כדי קיום דו-שיח על התוצאות שהתקבלו בין המורה המנחה לבין התלמיד, המייצג את הנהלת קבוצת הכדור-סל.

הקדמה

מושגי-יסוד מתחום הסטטיסטיקה, כגון: שכיחות וממוצע – נלמדים בכיתות הגבוהות של החינוך היסודי ובחטיבת הביניים. הסטטיסטיקה, כפרק לימוד חובה – מופיעה בתכנית-הלימודים במתמטיקה ברמת 3 יחידות לימוד, והיא נכללת בשאלוני בחינת הבגרות המתאימים לה. בתכנית-לימודים זו נכללים הנושאים הבאים: חשיבותה של הסטטיסטיקה בחיי יום-יום, טבלת שכיחות, נתונים מקובצים, תיאור גרפי של נתונים, מדדים מרכזיים ומדדי פיזור. שני הנושאים האחרונים חשובים להבנת המשמעות של התהליכים ותוצאות המחקר, ומחייבים ביצוע חישובים – תוך שימוש במספר נוסחאות.

נושא הסטטיסטיקה איננו מופיע בתכניות-הלימודים במתמטיקה ברמות 4 ו-5 יחידות לימוד, (כנראה, בשל גודש נושאים), ועל-כן מורגש חסרונו אצל תלמידי התיכון, הלומדים במסגרת לימודי הבחירה מקצועות ברמה מוגברת, כגון: ביולוגיה, פיזיקה, סוציולוגיה, גאוגרפיה, כלכלה ושיווק.

מציאות זו מאלצת את המורים המקצועיים של מקצועות אלו – ללמוד, כהשלמה הכרחית, את נושא הסטטיסטיקה.

מילות מפתח: חקר נתונים; שימוש בגיליון אלקטרוני; חשיבה סטטיסטית.

בתכניות-הלימודים במקבץ לימודי היסוד של הפקולטות למדעי-החברה ומדעי-הטבע של האוניברסיטאות והמכללות, לרבות חלק מהמכללות להכשרת-מורים – לימודי סטטיסטיקה והסקה סטטיסטית הם נושאי-חובה. לא ניתן לקיים קורסים בנושאי-מחקר ללא ידע – בסיסי, לפחות – בסטטיסטיקה.

הקשר בין שני משתנים סטטיסטיים מבוטא באמצעות מתאם ונכלל רק בקורסים אקדמיים של סטטיסטיקה, אך יש לו חשיבות גדולה בהבנת תופעות שונות בחיי היום-יום.

הגיליון האלקטרוני הוא כלי ממוחשב רב-עוצמה במגוון רחב של תחומים, כמקום לאחסון נתונים, לעיבודם ולהצגתם הוויזואלית הן בטבלאות והן בצורות גרפיות שונות, הממחישות היבטים ומגמות בנתונים. כלי זה מאפשר עבודה אינטראקטיבית עם נתונים חדשים תוך כדי עיבודם באופן דינמי.

לאחר שנושאי הסטטיסטיקה נלמדו, הובנו ותורגלו ידנית (בעזרת מחשבון), הרי כל בעל מיומנות של שימוש בגיליון אלקטרוני, יכול להיעזר בקלות בכלי זה לפתרון משימות סטטיסטיות, כולל הסקת מסקנות נדרשות מהן.

להדגמת השימוש בגיליון אלקטרוני לתחומי הסטטיסטיקה – ייעשה שימוש בכלי לבחירת שחקני כדור-סל, על-פי מספר הנקודות שקלעו למשחק, למידת היציבות של קליעת הנקודות למשחק ולסוג הקשר ועוצמתו שבין מספר הנקודות בממוצע, שקולע שחקן במשחק, לבין גובהו.

כידוע, חלק גדול מהתלמידים משחקים כדור-סל, וחלק גדול יותר מהם חובבים וצופים בו – הן באולם הספורט והן בשידורי המשחקים בערוצי-הספורט שבטלוויזיה. לכן ההדגמה של ניתוח הישגי השחקנים הוא בתחום האקטואליה של התלמידים.

להבנת המאמר גם על-ידי קוראים הרחוקים מתחום הכדור-סל – יובאו תחילה המאפיינים המרכזיים של המשחק והמרכיבים להערכת השחקנים.

המאפיינים המרכזיים של משחק הכדור-סל ושל שחקניו

משחקי הכדור-סל נערכים בדרך-כלל במסגרת ליגות שונות, בעיקר מקצועיות, שבהם השחקנים מקבלים שכר, שהוא לעתים קרובות גבוה משמעותית מהשכר של בעלי-מקצועות יוקרתיים.

המשחק נמשך 40 דקות, מתחלק ל-4 רבעים, כשבאמצע ישנה הפסקה של 10 דקות, אשר בסיומה מתחלפות הקבוצות במיקומן על המגרש. לכל קבוצה יש סגל של 12 שחקנים, שמתוכם 5 עולים לשחק. לאורך המשחק ניתן להחליף את השחקנים. נדיר מאד, ששחקן אחד ישחק בכל 40 הדקות. ישנם שחקנים, שעולים לשחק לפרק זמן קצר מאד (משניות אחדות ועד דקות בודדות). שחקן, שצבר לחובתו 5 עבירות, נאלץ לפרוש מהמשחק, ובמקומו נכנס שחקן אחר מסגל קבוצתו.

משחק הכדור-סל חייב להסתיים בניצחון של אחת משתי הקבוצות. אם בתום הזמן החוקי התוצאה היא תיקו, מתחדש המשחק ל-5 דקות נוספות, שבהן צריכה להתקבל הכרעה.

בכדור-סל המודרני מרבית השחקנים אינם מתמידים תקופה ארוכה בקבוצותיהם, ולאחר מספר קטן של עונות-משחק, הם עוברים לקבוצות אחרות; לרוב, על-מנת להתקדם מקצועית ו/או לשפר את תנאי השכר. העברת השחקנים כוללות גם מעבר של שחקנים ממדינה למדינה.

שחקן חדש בקבוצה עובר תקופת הסתגלות, לפני שהוא מצליח להשתלב ולהוכיח את יכולתו. התפקידים הבולטים במשחק הם: רכוז, שחקן-פינה בהתקפה, שחקן-ציר במרכז ההתקפה, קלע מחוץ לקשת, שחקן-הגנה, שחקן של התקפות מתפרצות, שחקן בולט בקליעות-עונשין. מובן, שכל שחקן חייב להיות בעל יכולות נוספות מעבר לתפקידו המוגדר. שחקן, שיכול למלא בצורה טובה מאד יותר מתפקיד אחד, נחשב לשחקן איכותי, ואם יש לו גם יכולת קליעה טובה, הוא נחשב ל"כוכב".

שחקני הכדור-סל המקצועי הם בדרך כלל גבוהים מאד (מעל ל-2 מ', ולא פחות מ-1.80 מ'). השחקן הנמוך ביותר בקבוצה הוא רכוז הקבוצה, המוליך את הכדור בהקפצה על רצפת האולם. השחקנים הגבוהים ביתר בקבוצה הם שחקני-ההגנה, שבהתקפה מתמקמים לקבלת הכדור באזור הסל של הקבוצה היריבה.

פרמטרים וקריטריונים להערכת שחקן כדור-סל

- א. מספר הנקודות, שקולע בממוצע למשחק – תוך התייחסות לזמן, ששיחק בכל משחק.
 - ב. מספר הקליעות הממוצע מחוץ לקשת (קליעה, המזכה ב-3 נקודות).
 - ג. אחוז הקליעות הממוצע מנקודות העונשין (קליעה, המזכה בנקודה אחת).
 - ד. מספר חטיפות כדור ומספר העברות, ששחט מהיריב במהלך המשחק.
 - ה. מספר החסימות בהגנה, שמנעו קליעת סלים על-ידי היריב.
- מובן, שלפרמטרים הנזכרים לעיל מצרפים מרכיבים לא כמותיים, כגון: יכולת משחק וירטואוזית, אתלטיות, יכולת שיתוף פעולה עם שאר השחקנים, עמידה בהוראות המאמן, משמעת עצמית, אופי נוח ועוד.
- השילוב והשקלול של כל המרכיבים יחד מהווים מדד לאיכות השחקן.

ההיבט המתודי של השימוש בגיליון האלקטרוני

השילוב של עבודה בסביבה ממוחשבת לעיבוד נתונים, שנאספו במחקר-שדה או מחקר סטטיסטי, הוא בעל חשיבות רבה בלימודי חקר במגוון תחומים.

בעזרת הפונקציות של הגיליון האלקטרוני (ברוב המקרים הפונקציה הדרושה מתקבלת על-ידי לחיצה על מקש) – ניתן לקבל מידית את ערכי המדדים והמגמות שלהם, ללא חשש לטעויות חשבוניות. מה שנותן לתלמיד הוא להבין את המשמעות של התוצאות שהתקבלו ולהסיק מהן את המסקנות הנכונות.

באופן דינמי ניתן לשלב נתונים חדשים או נוספים ולבדוק את השפעתם על המסקנות הקודמות. כמו-כן היכולת של הכלי להציג את התוצאות בייצוגים גרפיים שונים – מאפשרת להמחיש ויזואלית את החקר שנעשה.

במידה רבה הגיליון האלקטרוני מאפשר לתלמידים לקיים כעין דו-שיח בין הנתונים שנאספו לבין משמעות התוצאות, שהתקבלו לאחר העיבוד.

המדדים הסטטיסטיים

ליכולת הקליעה, יציבותה וחישוב המתאם שבין מספר הקליעות לגובה השחקן – ייעשה שימוש במדדים הסטטיסטיים הבאים בצירוף הנוסחאות לחישובם:

הממוצע – \bar{X}

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i X_i}{N} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + f_3 X_3 + \dots}{N}$$

כאשר N גודל האוכלוסייה, f_i שכיחות המשתנה X_i

הממוצע הוא הממד השימושי ביותר כמדד מרכזי, משום שעל-פי הגדרתו מושפע מכל ערכי המשתנה, ושינוי של אחד מהם גורם לשינוי הממוצע.

סטיית התקן – $S^{(1)}$

סטייה זו היא מדד סטטיסטי לתיאור הפיזור של ערכי קבוצות נתונים סביב הממוצע שלהם.

במונח "סטייה" מתכוונים למרחק בין הערך בקבוצה לבין הממוצע $(X_i - \bar{X})$

סטיית התקן, שהיא השורש הריבועי של השונות, היא אחד מממדי הפיזור.

ככל שהנתונים קרובים יותר זה לזה, סטיית התקן שלהם קטנה יותר.

שונות – S^2 , סטיית תקן – S

$$S^2 = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N} = \frac{f_1 (X_1 - \bar{X})^2 + f_2 (X_2 - \bar{X})^2 + f_3 (X_3 - \bar{X})^2 + \dots}{N}$$

או

$$S^2 = \frac{\sum f_i \cdot x_i^2}{N} - \bar{X}^2 = \frac{f_1 x_1^2 + f_2 x_2^2 + f_3 x_3^2 + \dots}{N} - \bar{X}^2$$

מקדם המתאר – $r^{(2)}$

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X \cdot S_Y}$$

כאשר S_X – סטיית התקן של המשתנה X , S_Y – סטיית התקן של המשתנה Y ,

S_{XY} – השונות המשותפת למשתנים X ו- Y הנתונה על-ידי הנוסחה:

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{N} - \bar{X} \cdot \bar{Y} = \frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + \dots}{N} - \bar{X} \cdot \bar{Y}$$

מקדם המתאם הוא מדד, המבטא את עוצמת הקשר הליניארי בין שני משתנים ואת כיוונו.

קו הרגרסיה – \hat{y}

קו הרגרסיה מבטא קשר לינארי בין המשתנים X ו- Y , באופן שסכום הסטיות הריבועיות של ערכי y מן הקו הוא מינימלי.

\hat{y} – מציין את הערך הצפוי ל- y , ל- x מסוים.

משוואת קו הרגרסיה היא ,

$$\hat{Y} = a_{y/x} \cdot x + b_{y/x}$$

כאשר קבועי-הקו הם :

$$a_{y/x} = \frac{S_{yx}}{S_x^2}, \quad b_{y/x} = \bar{Y} - a_{y/x} \cdot \bar{X}$$

ניתוח ממוחשב להערכת שחקני כדור-סל – הצגת המשימות

א. לקבוצת כדור-סל ב-NBA (ליגת הכדור-סל המקצועי בארה"ב) חסר שחקן. על המאמן והנהלת הקבוצה לבחור שחקן אחד מתוך ארבעה מועמדים. הנתון היחיד, שהגיע לצוות הבחירה בתחילת המיון, היה – ממוצע הנקודות למשחק, שקלע כל אחד מארבעת המועמדים לאורך עשרת המשחקים האחרונים של העונה הקודמת. על סמך נתון זה יש לבחון מי מהמועמדים ייבחר לקבוצה?

ב. בנוסף למספר הקליעות הממוצע – הוצגו למאמן ולהנהלת הקבוצה, פירוט מלא של מספר הקליעות, שקלע כל מועמד בכל אחד מעשרת משחקי האחרונים בעונה הקודמת. האם כעת תשתנה בחירת השחקן? אילו נתונים נוספים דרושים לבחירת השחקן בוודאות גבוהה יותר?

ג. האם קיים קשר מובהק בין מספר הנקודות הממוצע, שקולע שחקן במשחק, לבין גובהו?

הערה: היות וכל שחקן משתתף רק בחלק מהמשחק, ואף אחד מהם לא שיחק בכל 40 דקות המשחק, הרי שכדי להשוות ביניהם בעזרת מדד נטול משך הזמן, ששיחק כל אחד מהם בפועל – מספר הנקודות "שקלעו", הוא הממוצע של מספר הנקודות, שקלע כל שחקן לדקת משחק מוכפל ב-40 דקות.

הצגת הנתונים, עיבודם והניתוח שלהם – ייעשה ככעין דו-שיח עם התלמיד – תוך שילוב עם הגיליון האלקטרוני.

הצגת ממוצע הקליעה של כל שחקן

	בן	דרק	גיימס	וויל	ממוצע הקליעות
1					
2					
3					
4					
5	47	45	48	47	
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

הצגת תוצאות הקליעה של כל שחקן בעשרת המשחקים

	בן	דרק	גיימס	וויל	משחק מס'
1					
2					
3					
4					
5	33.5	45.5	47	47	1
6	39.5	42.5	53	47.5	2
7	39	48.5	49.5	46.5	3
8	51.5	35.5	38.5	47	4
9	49	50.5	37	47	5
10	52	44	33.5	48	6
11	48	43.5	50	46	7
12	47.5	47	60	46.5	8
13	60	47.5	57.5	47.5	9
14	49.5	45.5	53.5	47	10
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

אז למה בכלל סטיית תקן?

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

עין בנתונים:	א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י
משחק מס'	נויל	גיימס	דרק	בן						
1	47	47	45.5	33.5						
2	47.5	53	42.5	39.5						
3	46.5	49.5	48.5	39						
4	47	38.5	35.5	51.5						
5	47	37	50.5	49						
6	48	33.5	44	52						
7	46	50	43.5	48						
8	46.5	60	47	47.5						
9	47.5	57.5	47.5	60						
10	47	53.5	45.5	49.5						

Below the table, there is a text box with the following text:

השתמש בתפריט, בהוספה בפונקציה, בבחירת סטיית תקן ובלחיצה על enter מה מייצגים הערכים השונים של סטיית התקן?

כאשר למשתנה אין פיזור, אז כל ערך מרכזי מתאר אותו בצורה מושלמת, כלומר סטיית התקן (בנוסחה הערך פחות מהמוצע) שווה ל-0.

כאשר קיים פיזור, אין אפשרות לשחזר את הערכים המקוריים של המשתנים, על סמך הערך הממוצע בלבד, וכלל שהפיזור גדול יותר, וההבדלים בין ערכי המשתנה גדלים, מדד הפיזור גדל גם הוא.

כלומר ככל שערכו של סטיית התקן גדול יותר, מורה מדד זה כי הממוצע לא משקף את הנתונים, ובמקרה שלנו - הממוצע לא משקף את יכולות השחקן להגיע לתוצאה זו בצורה עוקבת ורציפה לאורך כל המשחקים, כלומר יש תוצאות נמוכות וגבוהות קיצוניות, המשפיעות על ערכו של הממוצע.

על-פי חישוב סטיית התקן באיזה שחקן היית בוחר?

דף למורה:

משחק מס'	יויל	ג'ימס	דרק	בן
1	47	47	45.5	33.5
2	47.5	53	42.5	39.5
3	46.5	49.5	48.5	39
4	47	38.5	35.5	51.5
5	47	37	50.5	49
6	48	33.5	44	52
7	46	50	43.5	48
8	46.5	60	47	47.5
9	47.5	57.5	47.5	60
10	47	53.5	45.5	49.5
	0.57735	8.93324	4.12311	7.66105

על-פי הממוצעים ניתן לראות בצורה ברורה, כי השחקן שנבחר בו יהיה ג'ימס.
 על-פי נתוני השחקנים:
 יויל קולע ממוצע 47, אך בכל המשחקים שלו הממוצע נשמר, כלומר הוא מצליח לשמור על יכולות קליעה גם במשחקים קשים.
 ג'ימס הוא בעל ממוצע הקליעות הגבוה ביותר, אך ניתן לראות, כי ישנן תוצאות משחק חריגות לשני הצדדים, כלומר גם בעלות ניקוד גבוה, ש"משכות" את הממוצע כלפי מעלה, אך גם הנתונים נמוכים, שיכולים להטות את כל התוצאות המשחק להפסד קבוצתי. כלומר יש מצבים, שבהם אינו מצליח לשמור על הממוצע שלו, וכי הממוצע שלו כלל אינו משקף את יכולותיו.
 דרק בעל ממוצע נמוך מבין ארבעת השחקנים, אך סך התוצאות שלו קרובות באופן יחסי לממוצע ויכולותיו טובות, אך נמוכות משל יויל בצורה ברורה.
 לב ממוצע כמו ליויל, אך יש לו משחקים בעלי ניקוד גבוה ומשחקים בעלי ניקוד נמוך, כלומר הפיזור סביב הממוצע הוא גבוה ומצביע על כך כי ישנם משחקים, אשר בהם בן לא מביא את יכולותיו לידי ביטוי, ובמקרה זה יויל עדיף.
 על-פי השימוש בסטיית התקן, ניתן לראות את הפיזור של הנתונים לעומת הממוצע ולראות, עד כמה הממוצע אכן מייצג את הנתונים המוצגים.
 לא ניתן על-פי הערך המרכזי, כלומר הממוצע, לשחזר את הערכים המקוריים, וככל שההבדלים גדולים יותר בערכים המרכזיים את הממוצע, כך הסטייה המצויה במסחה בין כל ערך לממוצע גדול, וכך גדלה גם סטיית התקן, כלומר הפיזור סביב הממוצע גדל. דבר זה מראה לנו על חוסר-אחידות בין הנתונים ועל-כן לא ניתן להסיק מהממוצע על הערכים שהוא מייצג.

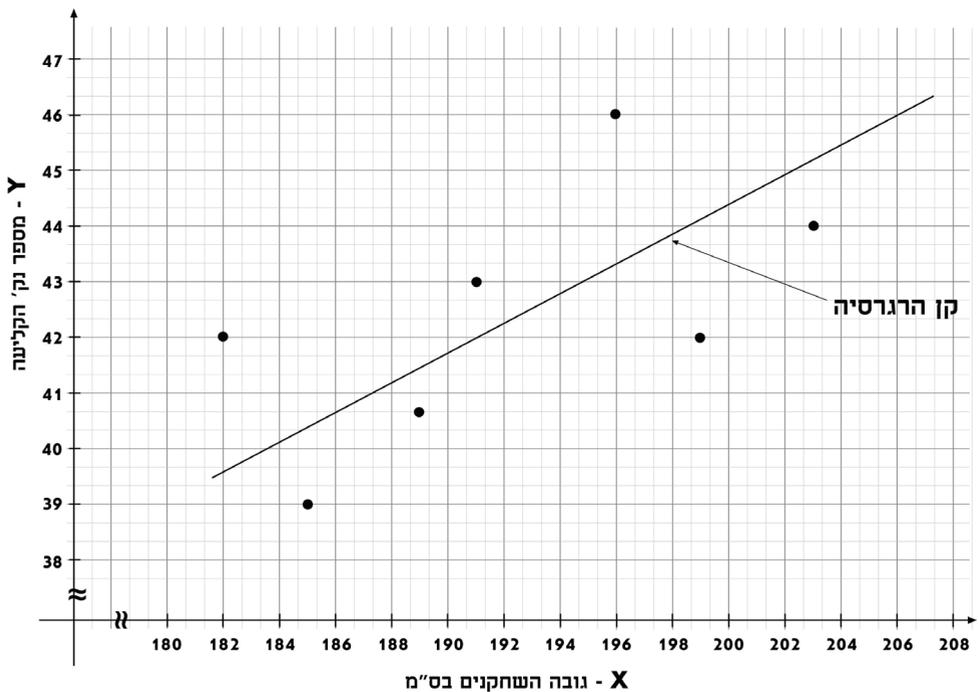
קביעת המתאם בין המספר הממוצע של נקודות הקליעה לבין גובהו של השחקן

לקביעת המתאם נבחרו 8 שחקנים מקבוצות שונות, אך קרובות ברמות ההישגים (דירוג קרוב) בליגת ה-NBA. השחקנים שנבחרו הם בעלי אותו תפקיד בקבוצותיהם (כולם שחקני-התקפה מובהקים, הקולעים בדרך כלל מפנינות המגרש ומחוץ לקשת).

בחירה זו נעשתה – כדי למנוע השפעה של פרמטרים אחרים על גודלו של המתאם.

המספר הממוצע של נקודות הקליעה (בהתאמה ל-40 דקות משחק) והגובה של כל שחקן מופיע בטבלה.

סימון השחקן	גובה השחקן בס"מ X	המספר הממוצע של נקודות הקליעה y
A	182	42
B	185	39
C	189	41
D	191	43
E	196	46
F	199	42
G	203	44
H	207	47



דיאגרמת הפיזור של המשתנים x - y מופיעה באיור.

בעזרת הגיליון האלקטרוני חושבו הגדלים הבאים:

1. הממוצעים של המשתנים: $\bar{y} = 43$ קליעות $\bar{x} = 194$ ס"מ
2. סטיות התקן של המשתנים: $S_y = 2.449$ קליעות $S_x = 8.2$ ס"מ

3. השונות המשותפת של המשתנים : $S_{xy} = 15$

4. מקדם המתאם : $r = 0.746$

5. קבועי קו הרגרסיה : $a_{y/x} = 0.223, b_{y/x} = -0.262$

6. משוואת קו הרגרסיה : $\bar{y} = 0.223 \cdot x - 0.262$

לפי גודלו וסימנו של מקדם המתאם r , רואים, שקיים מתאם חיובי בין מספר הנקודות הממוצע של השחקן לבין גובהו.

עוצמת הקשר היא בגבול שבין מתאם בינוני למתאם גבוה.

כלומר, בצורה חד-משמעית מסתבר, שתפוקת הנקודות של השחקן גדלה, ככל שגובהו גדול יותר, אם כי פרמטרים נוספים, כגון: האתלטיות של השחקן ומידת ההתאמה ושילובו של השחקן עם שאר שחקני הקבוצה הם בעלי השפעה על תפוקת הנקודות.

היתרון של שימוש בתוכנת המחשבת Excel

- * החישובים של הממוצע, סטיית-התקן, מקדם המתאם וקבועי קו-הרגרסיה ארוכים ומעיקים, כאשר חישובי האחרונים מבוססים על חישוב הממוצע.
- כל טעות חישובית באחד מהשלבים – פוגמת בהמשך, וכך נפגע ניתוח הנתונים והמסקנות הנלוות.
- * חשוב לדעת לבצע את החישוב על-ידי שימוש בנוסחה, וזאת – על-מנת להבינה, אך, כאשר ישנו מספר רב של נתונים, השימוש בנוסחה קשה ומיותר, וחסרה מטרה הנראית לעין.
- * כאשר משמעות הנוסחה והבנת השימוש בה – ברורה, הגיליון האלקטרוני מבצע את החישובים, ולתלמיד נותר לנתח את הנתונים, כלומר, לימוד, הטומן בתוכו משמעות, ולא לימוד לשם שינון.
- * יתרון נוסף ומרכזי באקסל הוא האפשרות לגמישות: הוא קל בשמירת מסמכים ונתונים, מאפשר שימוש חוזר, מאפשר שינויים בשעת הצורך, ובעיקר – קיימת בו האפשרות להצגת הנתונים באופן ויזואלי.
- * תלמיד יכול לשנות את אחד הנתונים ולראות באופן סימולטני את ההשפעה על הממוצע, על סטיית-התקן ועוד.

אחרית-דבר

בשנים האחרונות פיתוח החשיבה הסטטיסטית מהווה מטרה חשובה במסגרת לימודי הסטטיסטיקה – הן בחינוך היסודי והן בחינוך העל-יסודי.

במסגרת חקר נתונים במהלך לימודי מתמטיקה ותחומים אחרים – נעשה שינוי כיוון משינון חישובים סטטיסטיים פורמאליים אל עבר העיסוק בחקירתם ועיבודם. גישה זו מבליטה למידה מושכלת וביקורתית.

הנתונים שנאספו עברו עיבוד, ניתוח והצגה חזותית באמצעות סביבת למידה, הכוללת שימוש

בטכנולוגית המחשב.

ההליכי החקירה הסטטיסטית מתנהלים בשלבים החל מתיאור הבעיה, מניסוח שאלת המחקר, מהעלאת השערה, מאיסוף נתונים, מניתוח הנתונים עד הסקת המסקנות מהם.

כמעט בכל תחום דעת בסביבתנו הקרובה – ניתן לנהל מחקר סטטיסטי, שבמהלכו לומדים התלמידים לארגן את הנתונים בטבלאות ובגרפים, מתנסים בעיבודם, בניתוחם ובמתן פרשנויות שונות לממצאים שהתקבלו מניתוח הנתונים זהו שלב ראשוני לקראת מחקר אקדמי-מדעי.

ביבליוגרפיה:

- איזנבך, ר' (1992). **סטטיסטיקה ל"לא סטטיסטיקאים"**. ירושלים: אקדמון.
- ישראלית, ש' (1999). **סטטיסטיקה הלכה למעשה** (מהדורה חמישית מעודכנת ומורחבת). כפר סבא: לוגיק מערכות יעוץ והדרכה.
- Bakker, A., & Gravemeijer, K. P. E. (2004). Learning to reason about distribution. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), **The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking** (pp. 147-168). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ben-Zvi, D. (2004). The emergence of reasoning about variability in comparing distributions. **Statistics Education Research Journal**, 3(2), 42-63.
- Konold, C. (2005). **TinkerPlots dynamic data explorations** (Version 1.0) [Computer software]. Emeryville, CA: Key Curriculum Press.

הבעת תודה

תודה לבוגרת המכללה, שירה פרץ (2009) על הרעיון והסיוע לחיבור מאמר זה, וכן על הפעלתו הניסיונית בכיתה.

