

חקר נתונים – נושא חדש בתכנית הלימודים לבית הספר היסודי

שרית קובלר, מכללת תלפיות, תל-אביב

המאמר מבוסס ברובו על המסמך: *Principles and Standards for School Mathematics, NCTM, 2000*

1.1. שאלות ששואלים על נתונים ואיסופם
 המטרה העיקרית באיסוף נתונים היא למצוא תשובה למשהו שהתשובה עליו אינה מיידית. יש לטפח את נטייתם הטבעית של הילדים לשאול שאלות. לא כל שאלה דורשת איסוף נתונים, ועל המורה לכוונם וללמדם להבחין מהן השאלות המתאימות למחקר. צריך לדעת אלו שאלות לשאול וכיצד לנסחן, כדי לקבל את המידע הדרוש. לאחר שהוחלט מהי שאלת המחקר, על התלמיד להחליט באיזו צורה יאסוף את הנתונים, לדוגמה, האם על-ידי תצפית, ריאיון או שאלון.

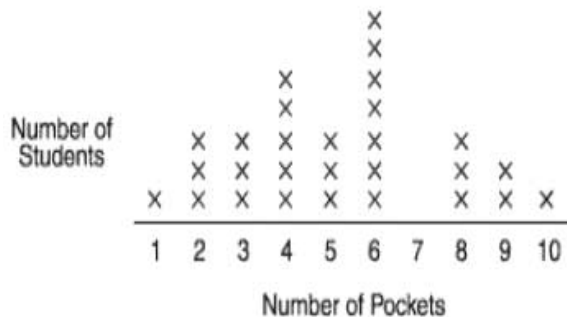
2.2. ארגון הנתונים כדי להשיב על שאלת המחקר
 ארגון נתונים לקטגוריות מתחיל עם מיון לא פורמלי. דרך מיון הנתונים תלויה בשאלת המחקר. לדוגמה: לפנינו רשימת הכתובות של תלמידי הכיתה. קיבוץ הנתונים יהיה שונה אם רצוננו לדעת כמה גרים בשכונה הקרובה לבית הספר או איזה רחוב הוא השכיח בכיתתנו. בסוף כיתה ב' תלמידים צריכים לדעת למיין לפי יותר מקריטריון אחד. השיטות לאיסוף, ארגון וייצוג הנתונים מתפתחות עם הגיל. לדוגמה, באיור 1, מוצגים שני סוגי גרפים המתארים את מספר הכיסים שיש בבגדי ילדי הכיתה. גרף א' מתאר את מספר הכיסים בבגדים של ילדי כיתה א', כשהתיאור מתייחס לכל ילד בנפרד: כמה כיסים לרוברט, כמה למרק וכו'. גרף ב', מתאר את מספר הכיסים בבגדי ילדי כיתה ב', כשהתיאור מופיע בצורת שכיחות: לכמה ילדים כיס אחד, לכמה ילדים 2 כיסים וכו'. הגרף השני הוא ברמה גבוהה יותר, שכן נעשה בו קיבוץ של הנתונים, ועל התלמידים לחשוב היטב על המשמעות של כל המספרים – חלקם מייצגים ערך של נתון, וחלקם מייצגים את מספר הפעמים שערך זה הופיע.

חקר נתונים הוא שם חדשני למה שהיה נקרא סטטיסטיקה תיאורית. זהו תחום של ארגון, תיאור, ייצוג וניתוח נתונים, עם דגש חזק על ייצוג חזותי ובמקרים רבים גם שימוש בטכנולוגיה. מטרתו לתת משמעות לנתונים. במקביל לחקר ארצות לא ידועות, כאן חוקרים ארצות של נתונים (Cobb & Moore, 1997). חקר נתונים נותן הזדמנות למתן משימות פתוחות, המשלבות מושגים בסיסיים מסטטיסטיקה תיאורית (בן-צבי, 2001).

א. נקודות שחשוב להדגיש בכיתות גן-ב'

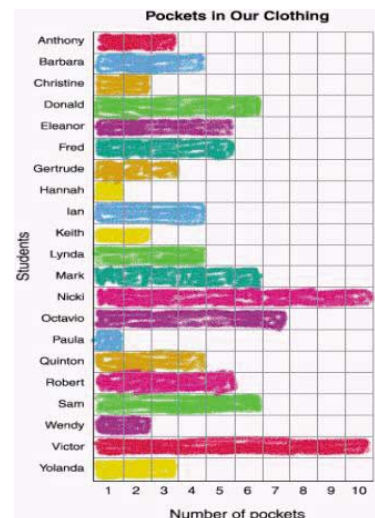
בשלב ראשון, תלמידים צריכים להציע שאלות לחקירה, לארגן תשובות ולהציג תוצאות. על המורים לעודד חשיבה נוספת לאור התוצאות, במטרה לפתח מושגים. עם הזמן, תלמידים שואלים שאלות מסובכות יותר, מסוגלים להתמודד עם כמות נתונים גדולה יותר, ולומדים על דרכים רבות יותר להציג את הנתונים. בסוף כיתה ב' תלמידים צריכים לדעת לארגן ולהציג נתונים, הן על-ידי תצוגה גרפית והן על ידי סיכומים מספריים. הכותרות והמקרא בהם הם משתמשים להצגת הנתונים צריכים להיות ברורים ומוגדרים היטב. על התלמידים להתחיל להבדיל בין המשמעויות של מספרים שונים – אלה המייצגים ערכים (במשפחתי יש ארבעה אנשים) ואלה המייצגים שכיחויות (לתשעה ילדים יש ארבעה אנשים במשפחתם). יש לדון עמם האם אפשר להכליל את התוצאות שקיבלו לאוכלוסיות נוספות.

גרף ב'



איור 1

גרף א'



ב. נקודות שחשוב להדגיש בכיתות ג'-ה'

בכיתות ג'-ה' תלמידים יראו את אוסף הנתונים כשלם. הם ילמדו לתאר את צורתו הכללית (עלייה/ירידה וכו'), וישתמשו באיפיונים סטטיסטיים, כמו, תחום ומדדים מרכזיים כדי להשוות נתונים. תלמידים ילמדו לתאר דמיון ושוני בין שתיים או יותר קבוצות של נתונים, ולהסיק מסקנות מההבדל ביניהן. עליהם לחשוב כיצד הנתונים שהם אוספים מהווים מדגם של אוכלוסיות גדולות יותר.

חקירות מלוות בנתונים צריכות להתקיים בקביעות בגילאים אלו. החל מניסוי קצר בכיתה, לדוגמה: כמה אחים ואחיות יש לילדי הכיתה? ועד לפרויקט שנמשך ימים. בכיתות בהן נעשות חקירות, התלמידים נעשים ערניים יותר לעולם, ומוכנים לשאול שאלות בעלות פוטנציאל להשפיע על החלטות. למשל, כיתה אחת למדה על מפגעים בחצר ביה"ס. הם החליטו לחקור את הגורמים למפגעים. ערכו תצפיות, העבירו שאלונים, והסיקו שהמרווחים בין הסורגים גדולים מדי לילדים מתחת לכיתה ג'. הנהלת בית הספר ערכה שינויים בהתאם למסקנותיהם!

ב1. שאלות ששואלים על נתונים ואיסופם

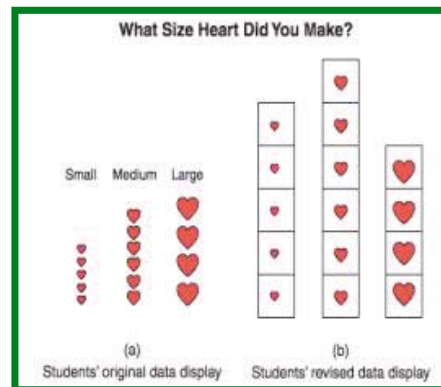
התלמידים צריכים לעסוק בשאלות חקר על עצמם ועל סביבתם. הם יכולים לקחת נושאים מביה"ס או מהקהילה, ולקשר אותם לנושאי לימוד שונים, למשל: איך מבליים ילדי כיתה ד' בשעות הפנאי? איך אפשר לחסוך בכמות המים? התלמידים יתכננו כיצד לאסוף את הנתונים כדי לענות על השאלה. הם יכולים לאסוף לבד או להשתמש בנתונים שמקורם מהרשויות או מהאינטרנט. אם הם אוספים לבד את הנתונים עליהם להחליט אם לערוך תצפיות או מדידות, איך לנסח שאלות? את מי לשאול? מתי ואיפה לצפות? איך למדוד? ואיך לרשום את התוצאות. כשהם לוקחים נתונים מוכנים ממקור כלשהו, הם בכל זאת צריכים לבדוק כיצד נאספו הנתונים.

ב2. ארגון הנתונים כדי להשיב על שאלת המחקר

תלמידים בכיתות ג'-ה' צריכים לשלוט ביצירת טבלאות, גרף עמודות וקו. עליהם גם לדעת לקרוא קריאה ביקורתית טבלאות וגרפים המתפרסמים בתקשורת. התלמידים צריכים להכיר סוגים שונים של נתונים: כמותי ואיכותי, בדיד ורציף. כמו כן עליהם לראות כיצד מיונים בדרכים שונות משפיעים על המסקנות שמסיקים מהנתונים.

שאלות שצריך לדון עליהם בכיתה הן למשל: מה מייצגים הערכים על הצירים שבגרף? למה על הציר יש ערכים שאינם מבין הנתונים? איך נייצג את האפס? כדאי שתלמידים יתנסו בקריאה של סוגי גרפים רבים ושונים, וכשהם יוצרים גרפים בעצמם, יש להדגיש את חשיבות הצגת הנתונים באופן מובן לכל קורא. בגילאים אלו מומלץ להתחיל ולשלב שימוש בגיליון אלקטרוני.

מיומנויות שלבי החקירה מתפתחות על ידי התנסויות, דיונים כיתתיים, והדרכת מורה. הדיונים חשובים לתלמידים, כי בדיונים הם מקבלים משוב על ההבנה שלהם, ולמורה – על מנת שילמד מה אינו מובן לתלמידיו ומה הן התפיסות השגויות של התלמידים, ויוכל לתכנן פעילויות נוספות בהתאם. דוגמה לתפיסה שגויה: בכיתה א' מיינו נגזרות נייר בצורת לב ל-3 גדלים: גדול, בינוני וקטן (איור 2 a). חלק מהילדים אמרו ש"הלב הגדול" הכי פופולרי, כי העמודה שלו היא הגבוהה ביותר.



איור 2

במקרה כזה צריך לדון עם התלמידים ולהבהיר להם כי בעצם איננו מסתכלים על הגודל של העמודה אלא על מספר הפרטים שבה, וכדי לא להתבלבל, כדאי לשנות את הגרף לצורה המוצגת באיור 2b.

א3. ניתוח הנתונים והסקת המסקנות

ילדים צריכים להבין שנתונים, גרף וטבלאות, מספקים לנו מידע. כשאנו מתבוננים בגרף המוצג בעיתון או בכל מקור אחר, צריך לדון עם הילדים מה הגרף אומר לנו והאם זה עוזר לנו לענות על השאלה. יש לעודד את הילדים להסיק מסקנות רבות ככל האפשר מהגרף.

לדוגמה, בסוף כיתה ב' ילדים צריכים להתחיל לערער על מסקנות שגויות מתוך נתונים, כפי שמודגם בשיחה הבאה: זוג תלמידים רצה לבדוק כמה מתלמידי הכיתה צפו במשחק הכדורגל אמש. הם שאלו רק את חבריהם והציגו את תוצאותיהם בפני הכיתה. תלמיד אחד בכיתה טען: "רק רגע! אותי לא שאלתם בכלל ואני לא ראיתי את המשחק. בטח רוב הכיתה לא ראתה אותו."

בתהליך הסקת המסקנות עלינו לקחת בחשבון האם מדובר באוכלוסייה כולה או במדגם. מושג המדגם קשה להבנה לילדים צעירים, מרבית הנושאים בהם עוסקים בגילאים אלה מציגים נתונים של כל האוכלוסייה – הכיתה. כדאי לבקש מהתלמידים לבדוק האם מסקנותיהם מתאימות גם לאוכלוסייה אחרת. לדוגמה, אם אוספים נתונים לגבי מספר הילדים היודעים לשרוק בכיתה א', עליהם להבין כי אם נבדוק את מספר הילדים היודעים לשרוק בכיתה ד', כנראה שתתקבל תמונה שונה.

הממוצע כנקודת איזון לנתונים, כשהם משתמשים בקבוצת קטנות של נתונים.

ישנם מחקרים שבדקו תפיסות שגויות של ילדים וסטודנטים לגבי הממוצע. ממחקר שנעשה בארץ על-ידי שטראוס וביכלר (1988) הסיקו כי בנוסף לנוסחה המוכרת, חשוב ללמד גם את שבע תכונות הממוצע החשובות:

- הממוצע נמצא בין שני קצות ההתפלגות.
- סכום ההפרשים של כל הערכים מן הממוצע שווה לאפס.
- הממוצע מושפע מתוספת ערך שאינו שווה לממוצע.
- הממוצע לא בהכרח שווה לאחד מהנתונים. (לדוגמה, הממוצע של 1 ו-3 הוא 2).
- הממוצע יכול להתקבל כשבר שאינו למשמעות במציאות. (לדוגמה, ממוצע הילדים במשפחה הוא 2.5).
- נתון שערכו אפס, חייב להילקח בחשבון בחישוב הממוצע.
- הממוצע מייצג את הנתונים מהם הוא חושב.

- בהבנת ייצוגיות הממוצע קיים קושי בשתי רמות:
- להבין שערך מרכזי אחד בא במקום כל ההתפלגות (תהא גדולה ככל שתהא). למשל המספר 54 מייצג את הנתונים של הקבוצה {0, 60, 65, 70, 75}.
 - להבין מה מייצג ייצוג זה, מה משמעותו של ערך זה ביחס להתפלגות, האם בדוגמה שלעיל פירושו שהקבוצה נכשלה?

לסיכום: נושא חקר נתונים כולל בתוכו מושגים ומונחים רבים. המורה המלמד צריך להעמיק את ידיעותיו הוא בכדי שיוכל להעשיר את תלמידיו ולשפר את הבנתם.

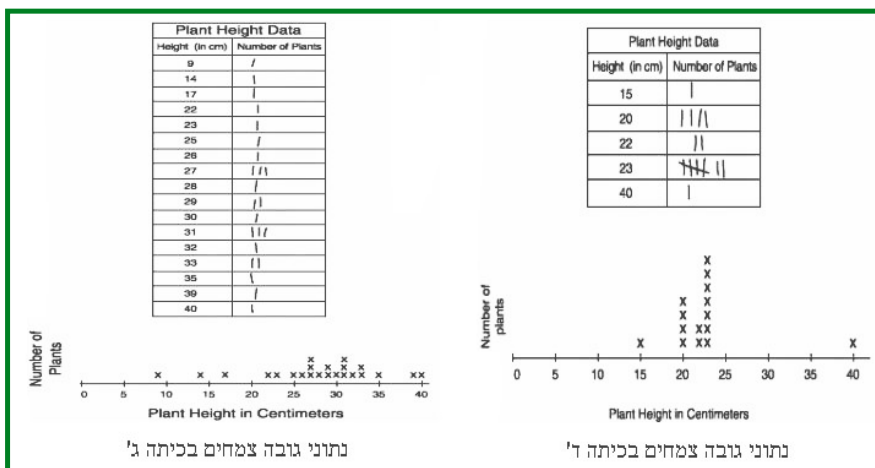
33. בחירה ושימוש בשיטות סטטיסטיות מתאימות לניתוח הנתונים

בגילאי גן-ב' מרבית התלמידים מרוכזים בעצמם ומחפשים את הדומה להם מבין הנתונים או מתעניינים בנתון שמופיע "הכי הרבה" (השכיח). בג'-ה' הם מסוגלים להתייחס לנתונים כאל אוסף, שניתן להשוותו עם קבוצת נתונים אחרת. על המורה לעזור לתלמידים לראות האם הנתונים מרוכזים או מפוזרים והאם יש נתון חריג.

המושגים הסטטיסטיים קשים להבנה גם בגילאי ג'-ה', אך יש לעודד ולשאל שאלות, כמו: האם כיתות אחרות יגיעו לתוצאות דומות? על התלמידים להתנסות בעריכת השוואות עם קבוצת נתונים אחרת, תוך שימוש בהבנה הבלתי פורמלית שלהם אודות שכיח וחציון. לדוגמה, באיור 3, ניתן להשוות בין גובה הצמחים שגידלו תלמידי שתי כיתות. ניתן לראות כי בכיתה ד' החציון הוא 23 ס"מ ואילו בכיתה ג' הוא 28 ס"מ. ממידע זה ניתן להסיק כי בסך הכל בכיתה ג' צמחו הצמחים יותר גבוה. אבל חשוב גם להסתכל על פיזור הנתונים שמראה הבדל משמעותי יותר: למרות שהתחום בשתי הקבוצות דומה (9-40 בכיתה ג' ו-15-40 בכיתה ד'), כמעט כל הצמחים בכיתה ג' גבוהים יותר מרוב הצמחים בכיתה ד'.

כשבונים על ההבנה הבלתי פורמלית של התלמידים אודות ה"שכיח" וה"חציון", ניתן ללמד על מדדים מרכזיים. חשוב שידעו לא רק איך למצוא את המדד, אלא מה הוא אומר להם ביחס לנתונים.

זה השלב בו הם מפתחים את הבנת מושג הממוצע. אחרי די התנסויות עם שכיח וחציון, התלמידים יחקרו את מושג



איור 3

ביבליוגרפיה

Cobb, G. W., & Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *The American Mathematical Monthly* 104(9), 801-823.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

בן צבי, ד' (2001). הוראת חקר נתונים בחט"ב. עבודת דוקטורט, מכון ויצמן, רחובות.

Strauss, S., & Bichler, E. (1988). The development of children's concepts of the arithmetic average. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 64.