



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי
טכנולוגי ע"ש עמוס דה שליט



אוניברסיטת חיפה
הפקולטה לחינוך



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים

מרכז מורים ארצי למתמטיקה בחינוך היסודי
المركز القطري لمعلمي الرياضيات في المرحلة الابتدائية

אוגדן משימות ברמות בנושא חקר נתונים

למורי בית-הספר היסודי



מרכז מורים ארצי במקצוע: מתמטיקה. הפרויקט מבוצע עפ"י מכרז 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך.
כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

מרכז מורים ארצי למתמטיקה בחינוך היסודי – הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה
שדרות אבא חושי 199, הר הכרמל, חיפה, מיקוד 3498838

פקס. 04-8288073

אתר: <http://ymath.haifa.ac.il>

טל' 04-8240646

דוא"ל: mathcntr@edu.haifa.ac.il

מרכז מורים ארצי למתמטיקה בחינוך היסודי
المركز القطري لمعلمي الرياضيات في المرحلة الابتدائية

אוגדן משימות ברמות בנושא חקר נתונים למורי בית-הספר היסודי

כתיבה: מיכל דביר, קרן ארידור, עירית לביא, מירי שרייבר וטלי אילון

אוקטובר 2018



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי
טכנולוגי ע"ש עמוס דה שליט



אוניברסיטת חיפה
הפקולטה לחינוך



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים

הפרויקט מבוצע עפ"י מכרז 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך.

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

תוכן עניינים

4	מבוא
5	חלוקה לרמות
7	חשיבות החינוך הסטטיסטי
8	חשיבה סטטיסטית
10	גישות לחקר נתונים עליהן מתבססות הפעילויות באוגדן
12	מתן מטרה ושימושיות לחקר עבור התלמידים
13	מעגל חקר ראשון
14	דף פעילות 1 – שאילת שאלות
16	הערות והארות לפעילות 1 'שאלת שאלות'
22	דף פעילות 2 – השערות והכנות לאיסוף נתונים
24	הערות והארות לפעילות 2 'השערות והכנות לאיסוף נתונים'
30	דף פעילות 3 – ארגון נתונים והסקה מהם
34	הערות והארות לפעילות 3 'ארגון נתונים והסקה מהם'
45	מעגל חקר שני
46	דף פעילות – חקירת תכונה
49	דף פעילות – השוואה בין קבוצות
52	דף פעילות – קשר בין משתנים
55	שאלון איסוף נתונים
57	הערות והארות למעגל החקר השני
67	רשימת מקורות
72	נספח - רעיונות סטטיסטיים מרכזיים באוגדן
72	נתונים
75	התפלגות
77	מרכז
78	שונות
81	קשרים בין משתנים – שונות משותפת

אוגדן משימות חקר הנתונים מכיל אוסף משימות לתלמידי בית הספר היסודי (כיתות ד'-ו'), אשר רלוונטיות וניתנות להעברה גם בחטיבת הביניים. המשימות עוסקות בנושאים שונים מתוכנית הלימודים, באופן המאפשר בניית בסיס רחב יותר ללימודי הסטטיסטיקה בחינוך העל תיכוני, בעזרת פיתוח של חשיבה סטטיסטית בלתי פורמלית. לכל אורך האוגדן הדגש הוא על היבטים בלתי פורמליים (ללא חישובים ופרוצדורות סטטיסטיות מקובלות) שהתנסות בהם יכולה לספק הבנה מעמיקה, אשר בשלבי לימוד מאוחרים יותר תסייע לתלמידים גם בלמידת המושגים והחישובים הפורמליים. להעמקה במונחים הפורמליים ניתן להיעזר, למשל, בספרן המקוון של תלמה לויתן ואלונה רביב: "[סטטיסטיקה תיאורית בגובה העיניים](#)" (לויתן ורביב, 2017).

המשימות באוגדן עוסקות בחקר נתונים ובהסקה סטטיסטית בלתי פורמלית סביב הרעיונות הגדולים בחינוך הסטטיסטי. כלל הפעילויות נועדו לאפשר לתלמידים להתנסות בשני 'מעגלי חקר' (ניסוח שאלת מחקר – תכנון המחקר – איסוף נתונים וארגונם – ניתוח נתונים – פרשנות והסקת מסקנות). במסגרת מעגל החקר הראשון (חלק א של הפעילויות) יכירו לראשונה התלמידים את שלבי החקירה ומושגי יסוד. במסגרת מעגל החקר השני (חלק ב של הפעילויות), ירחיבו התלמידים את תובנותיהם ממעגל החקר הראשון ויתנסו בחקירה מורכבת יותר. עבור חלק ב הצענו שלוש רמות שונות, כל אחת מצריכה חשיבה ברמה גבוהה יותר, לבחירת המורה. עבור כל פעילות מצורפות הנחיות מפורטות לגביה, כולל מידע בנוגע לקשיים נפוצים של תלמידים והצעות להתמודדות עם קשיים אילו. במסגרת המבוא נפרט תחילה על אופן החלוקה לרמות של הפעילויות השונות, ולאחר מכן נספק רקע על החשיבות של פיתוח חשיבה סטטיסטית, מהי חשיבה סטטיסטית ומהן הגישות לחקר נתונים עליהן מתבססות הפעילויות באוגדן. פירוט בנוגע למושגים סטטיסטיים בלתי פורמליים יסודיים ניתן למצוא [בנספח](#) המצורף בסוף האוגדן.

חלוקה לרמות

אנו ממליצים עבור כל רמת חשיבה, לפתוח ראשית בפעילויות של הכרות עם השלבים השונים של מעגל החקר מתוך התנסות ראשונית בחקירה. במסגרת פעילויות אלו (מעגל החקר הראשון, חלק א של האוגדן) יכירו התלמידים את מושגי היסוד הקשורים למעגל החקר (שאלת מחקר, השערה, מסקנה), ויתנסו בכל שלבי החקירה (כולל למשל איסוף נתונים). בפרט, התלמידים יתנסו לראשונה בבחירת אופן הייצוג של הנתונים, וניתוחם. שאלת המחקר תהיה אחידה לכל התלמידים, על אף שחלק ניכר מהפעילות תכלול עבודה בקבוצות. השאלה האחידה תאפשר השוואה בין מגוון הייצוגים שיבנו הקבוצות השונות, והדגשה של מאפיינים שונים של המושג הסטטיסטי המרכזי בפעילות: התפלגות (של משתנה יחיד).

חלק ב של האוגדן מציע שלוש אפשרויות להעמקת חשיבת התלמידים בעזרת מעגל חקר נוסף, לבחירת המורה, בהתאם לשלוש רמות חשיבה שונות:

רמת חשיבה	מעגל חקר ראשון (אחיד לשלוש הרמות)	מעגל חקר שני (שונה מרמה לרמה)
רמה 1	<ul style="list-style-type: none"> - הכרת מעגל החקר - פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של התפלגות נתונים. - התמקדות במשתנה יחיד - קובץ נתונים מצומצם (תכונה אחת) - שאלה אחידה 	<ul style="list-style-type: none"> - בניית והשוואת ייצוגים - פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של התפלגות נתונים. - התמקדות במשתנה יחיד - קובץ נתונים מורחב (7 תכונות) - שאלת מחקר לא אחידה (לבחירת כל קבוצה)
רמה 2	<ul style="list-style-type: none"> - בדומה לרמה 1 	<ul style="list-style-type: none"> - פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של השוואת קבוצות (השוואת התפלגויות) - חקירת שני משתנים: אחד כמותי ואחד קטגוריאלי (למשל מגדר) - קובץ נתונים מורחב (7 תכונות) - שאלת מחקר לא אחידה (לבחירת כל קבוצה)
רמה 3	<ul style="list-style-type: none"> - בדומה לרמה 1 	<ul style="list-style-type: none"> - פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של קשר בין שני משתנים - חקירת שני משתנים כמותיים - קובץ נתונים מורחב (7 תכונות) - שאלת מחקר לא אחידה (לבחירת כל קבוצה)

עבור רמה 1, ימשיכו התלמידים להתמקד בניתוח התפלגות של משתנה יחיד, יעמיקו עוד יותר את הבנתם בנוגע למאפייני ההתפלגות ויתבקשו להציע (כל קבוצה) מגוון רחב יותר של ייצוגים, ולהשוות ביניהם. הפעילות מורכבת יותר מזו שנתקלו בה במעגל החקר ראשון משום שאוסף הנתונים אותו יחקרו יהיה עשיר יותר ויאפשר לתלמידים לבחור (ולנסח) שאלות מחקר מגוונות לבחירתם. אולם, רמת המורכבות מוגבלת בכך שהתמקדות היא עדיין בהתפלגות של משתנה יחיד (להבדיל מרמות 2 ו-3).

עבור רמה 2, יתנסו התלמידים לא רק בעבודה עם אוסף נתונים עשיר יותר (שכאמור, יאפשר בפרט בחירה חופשית של שאלת מחקר שונה לכל קבוצה), אלא יתבקשו לנסח שאלה שעוסקות בהשוואת קבוצות. שאלות השוואה (למשל: מי רואה יותר טלוויזיה, בנים או בנות?) מצריכות חשיבה ברמה גבוהה יותר משאלות העוסקות בהתנהגות של משתנה יחיד (למשל: מהו משך הצפייה בטלוויזיה של בני כיתתנו?), משום שעל התלמידים לבחון את התפלגות התכונה עבור כל אחת מהקבוצות (משך הצפייה בטלוויזיה של בנים, בנפרד ממשך הצפייה בטלוויזיה של בנות) ולהשוות ביניהן. השוואת התפלגויות מזמנת התייחסות רחבה יותר למאפיינים השונים של התפלגות (למשל: האם ממוצע צפייה בטלוויזיה גבוה יותר, בהכרח מעיד שקבוצה אחת – ככלל – צופה יותר? מה בנוגע לטווח משכי הצפייה של כל קבוצה? לפיזור משכי הצפייה? וכו').

עבור רמה 3, יתנסו התלמידים לא רק בעבודה עם אוסף נתונים עשיר יותר (שכאמור, יאפשר בפרט בחירה חופשית של שאלת מחקר שונה לכל קבוצה), אלא יתבקשו לנסח שאלה שעוסקות בקשר בין שני משתנים. שאלות של קשר או שונות משותפת (למשל: האם ככל שילדים רואים יותר טלוויזיה, הם פחות נפגשים עם חברים?) מצריכות חשיבה ברמה גבוהה יותר משאלות העוסקות בהתנהגות של משתנה יחיד (למשל: מהו משך הצפייה בטלוויזיה של בני כיתתנו?) או השוואת התפלגויות (למשל: מי רואה יותר טלוויזיה, בנים או בנות?), משום שעל התלמידים לבחון את ההתפלגות והשונות של כל אחת מהתכונות הנחקרות (משכי הצפייה בטלוויזיה של בני כיתתנו, מספר הפעמים שבני כיתתנו נפגשים עם חברים) ולבחון את הקשר ביניהם. בחינת קשר מצריכה פיתוח דרכי הצגה מורכבות יותר (למשל: מערכת צירים לעומת ציר מספרים יחיד) ומורכב עוד יותר: זיהוי של 'אות' או מגמה (למשל: קו ישר) במסגרת נתונים

שעל פי רוב כוללים גם 'רעש' (לא כל הנתונים ישבו בהכרח בדיוק על הקו הישר שמתאר את המגמה בנתונים).

נשים לב לכך שהפעילויות באוגדן זה אינן מנחות לשימוש בטבלה כאופן ייצוג הנתונים, על אף שהשימוש בטבלאות הינו נפוץ. השימוש בטבלה לצורך ניתוח נתונים מצריך למידה ופיתוח של מיומנויות מורכבות (למשל, הבנת המבנה הכללי של הטבלה, אופן היצירה שלה או הקריאה והכתיבה בה, חיפוש מידע, פרשנות והערכה של טבלה ועוד). גם לאחר למידה של מיומנות אלו, הטבלה מקשה על התלמידים לראות את הנתונים כמכלול בעל תכונות השונות מאלו של הנתונים הבודדים, דבר שהינו מהותי לפיתוח החשיבה הסטטיסטית שלהם. אנו ממליצים לכן, להתחיל את הלמידה בייצוגים פשוטים יותר, ובהמשך לחשוף את התלמידים למגוון רחב של ייצוגים גרפיים, הכוללים גם טבלת נתונים, תוך דיון במטרה ובתועלת של כל ייצוג, בחסרונות וביתרונות שלו לתהליך החקירה.

לפני שנעבור לדפי הפעילות וההנחיות, נפרט תחילה בנוגע להגדרה ולחשיבות של פיתוח חשיבה סטטיסטית, הגישות לחקר נתונים עליהן מתבססות הפעילויות באוגדן ולרעיונות הסטטיסטיים שנרצה לפתח בקרב התלמידים בכיתות ד-ו במסגרת הפעילויות.

חשיבות החינוך הסטטיסטי

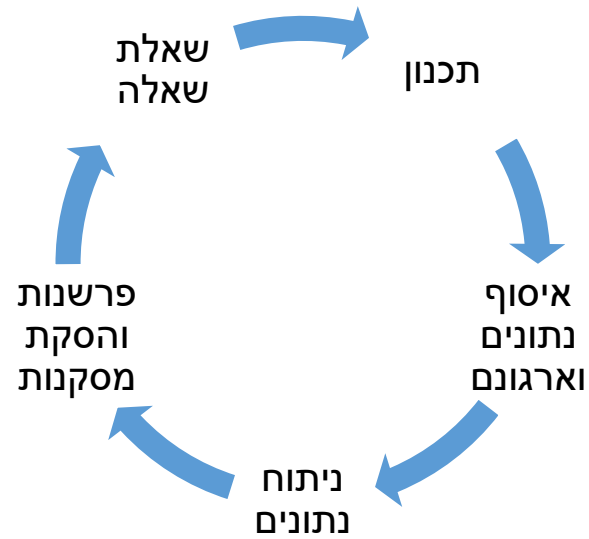
התפתחות הטכנולוגיה מאפשרת לנו נגישות למאגרי מידע עצומים. אנו הופכים לצרכני נתונים וגם ליצרני נתונים בהיבטים שונים של חיינו. שינוי זה מאפשר לנו לערוך החלטות מושכלות בחיינו (בחירת מקום מגורים, השקעה, בחירת בית ספר ועוד) על בסיס נתונים, תוך הפעלה של שיקולי דעת סטטיסטיים (Ben-Zvi & Garfield, 2004). אולם, החשיבה סטטיסטית נתפסת כבלתי טבעית, שכן הנטייה הטבעית של האדם היא להסיק מתוך אנקדוטות מזדמנות ולא מתוך עיבוד נתונים שיטתי על פי חוקים סטטיסטיים (Moore, 1998). כתוצאה מכך, אדם אשר איננו יודע כיצד לעשות שימוש מושכל וביקורתי במידע הרב הזמין לו, איננו מסוגל להפיק ממנו תועלת (סלומון, 2000). החשיבה הסטטיסטית אם כן, מסייעת לנו בהבנה ובעיבוד של המידע הרב אליו אנו חשופים ומכאן חשיבותה הרבה (Garfield & Ben-Zvi, 2008).

השיבה סטטיסטית

המטרה העיקרית של החקירה הסטטיסטית היא ללמוד על בעיה מציאותית מתוך ההקשר שלה. דגש זה מתווה תהליך למידה המשלב רעיונות וידע חדשים הנובעים מחקירת הנתונים, עם רעיונות וידע הקיימים. שילוב זה מאפשר פיתוח הבנה והסקת מסקנות, שאינן מנותקות מהקשר הבעיה (Wild & Pfannkuch, 1999) וכך מאפשרות לאדם להפיק את המירב מהנתונים שבידיו.

מהו, אם כן, תהליך השיבה הסטטיסטית? ניתן לדמות את תהליך השיבה הסטטיסטית למשא ומתן בין "תחושות הבטן" (ציפיות, השערות, או תיאוריות) של החוקר לגבי התופעה הנחקרת ובין הנתונים ומה שהם "מספרים" לחוקר. "תחושות הבטן" של החוקר משפיעות על האופן שבו הוא מפרש את הנתונים, ואילו פרשנות הנתונים משפיעה על "תחושות הבטן" של החוקר, וחוזר חלילה. משא ומתן הזה מקשר בין עולם ההקשר של החוקר ובין עולם הנתונים אותו הוא חוקר (Konold & Higgins, 2003).

את אופן השיבה והפעולות הנעשות במהלך החקירה הסטטיסטית ניתן לתאר בעזרת **מעגל החקירה**. מעגל החקירה (איור 1) כולל את השלבים הבאים: **שאלה**: הבנת המרכיבים והדינמיקה של המערכת הנחקרת והגדרת הבעיה; **תכנון**: תכנון המחקר (שיטת הדגימה, מדידה, ניהול וניתוח נתונים; **נתונים**: איסוף נתונים וארגונם; **ניתוח הנתונים** וניסוח השערות; **מסקנות**: מתן פרשנות, הסקת מסקנות והעלאת רעיונות חדשים וחוזר חלילה. מעגל החקר מעבר להיותו איטרטיבי, הוא גם רקורסיבי, כלומר, מעגלי חקר נוספים יכולים להיווצר מכל אחד מהשלבים במעגל.



איור 1: מעגל החקירה המורחב על פי Wild ו-Pfannkuch (1999).

נתאר בהמשך גישות לחקר נתונים, אשר נועדו לפיתוח שיקולי דעת וחשיבה סטטיסטים.

גישות לחקר נתונים עליהן מתבססות הפעילויות באוגדן

1.1 גישת חקר הנתונים החקרני (Exploratory Data Analysis - EDA)

גישת חקר הנתונים החקרני (Exploratory Data Analysis - EDA), פותחה לראשונה על ידי Tukey (1977). הגישה מתמקדת בפעולות האיסוף, ארגון, תיאור, וניתוח של נתונים אותנטיים, תוך שימוש בכלים וייצוגים ויזואליים ובטכנולוגיה לשם פרשנות, ניתוח והסקה (Ben-Zvi & Garfield, 2004). הדגש הוא פחות על הסקה פורמלית ויותר על פעולות כגון: חשיבה על מטרות איסוף הנתונים, חשיבה במונחים של העלאת השערות, חקירתן ואישושן, ניתוח נתונים הכולל גילוי תבניות (patterns) ומגמות (trends) אופייניות או ייחודיות בנתונים, תוך מעבר גמיש ודו כיווני מראייה לוקלית של הנתונים, המתמקדת בערכים יחידים, אל ראייה גלובלית של הנתונים, המאופיינת ביכולת לחפש, לזהות, לתאר ולהסביר דפוסים כלליים בנתונים (Ben-Zvi & Arcavi, 2001; Konold & Pollatsek, 2002; Pfannkuch, Rubick, & Yoon, 2002).

1.2 הסקה סטטיסטית (Statistical Inference)

הסקה סטטיסטית מוגדרת באופן פורמלי כתיאוריה, שיטות והפעלת שיקולי דעת על פרמטרים של האוכלוסייה, לרוב על סמך דגימה אקראית. מטרת ההסקה הסטטיסטית היא לענות על השאלה הנחקרת, תוך עריכת הכללות מהמדגם שדגמנו על האוכלוסייה ממנה הוא נדגם ומתוך הבנה שהמסקנות אינן ודאיות (Ben-Zvi & Gil, 2010; Siegel & Morgan, 1996). מחקרים מצביעים על כך שקיים קושי רב בהבנת מושגים ורעיונות מרכזיים של הסקה סטטיסטית וכן בשימוש בה (Wild, Pfannkuch, Regan, & Horton, 2011). מודעות לתפיסות שגויות, לקושי בלימוד ומורכבות הנושא עשויה להקל על זיהוי הקשיים הללו ועל הטיפול בהם (Ben-Zvi & Garfield, 2008).

הסקה סטטיסטית בלתי פורמלית (ISI - Informal Statistical Inference) הינה גישה תיאורטית ופדגוגית לפיתוח חשיבה סטטיסטית, שמטרתה העמקת ההבנה של המטרה והתועלת שניתן להפיק מנתונים ומשמעותם, תוך יצירת קישורים בין הרעיונות המרכזיים וההיבטים הלא פורמליים של ההסקה

הסטטיסטית. גישה זאת יכולה לשמש בסיטואציות מסוימות כתחליף חלקי לטכניקות הסטטיסטיות הפורמלית לצורך קבלת החלטות.

להסקה סטטיסטית בלתי פורמלית שלושה מאפיינים הכרחיים (Makar & Rubin, 2009):

1. **הכללה מעבר לנתונים (Generalization)** – עריכת ניבויים והסקת מסקנות רחבות יותר ממה שמתואר בנתונים עבור אוכלוסייה רחבה יותר.

2. **הנתונים כראייה (Evidence from data)** – הכללות הינן מבוססות נתונים. כלומר, הנתונים משמשים כראייה תומכת או מסבירה לטענה המוצגת תוך הקפדה על ההקשר המסוים שלהם.

3. **שימוש בשפה הסתברותית (Probabilistic language)** - ההכללות יתוארו תוך שימוש בשפה הסתברותית הכוללת התייחסות לא פורמלית לרמות אי הוודאות בנוגע למסקנות ולניבויים שהועלו.

תהליכי החשיבה המובילים להסקה סטטיסטית בלתי פורמלית נקראים "**שיקולי הדעת בהסקה בלתי פורמלית (IIR - Informal Inferential Reasoning)**". שיקולי דעת אלו הינם שם כולל לפעילויות הקוגניטיביות העוסקות בהסקת מסקנות, ניבויים לגבי עולם רחב יותר על סמך דפוסים, ושימוש בכלים סטטיסטיים שונים על מדגמים אקראיים, תוך תשומת לב למגבלות הדגימה וליכולותיה, וכן למסקנות הנובעות ממנה (Ben-Zvi, Gil, & Apel, 2007).

מתן מטרה ושימושיות לחקר עבור התלמידים

פעילויות האוגדן שמות דגש על מתן מטרה ושימושיות לפעולות השונות שהתלמידים עושים במהלך החקירות. משימה בעלת מטרה היא משימה שיש לה תוצר או פתרון שהוא משמעותי עבור התלמידים. מטרת תוצר זה עבור התלמידים יכולה להיות שונה בקרב המורים. שימושיות משמעותה שתהליך הלמידה מלווה בנקודות בהן ניתן ואפילו יש להשתמש בתוצרי החקירה (מסקנות, תובנות וכולי) (Ainley et al. 2006).

[בנספח](#) נתייחס לרעיונות הסטטיסטיים בלתי פורמליים סביבם יבנו הפעילויות של אוגדן זה. עבור כל רעיון נציג הגדרה של הרעיון הסטטיסטי, נתייחס לאופן החשיבה עם אותו רעיון סטטיסטי ולאגורים העומדים בפני ילדים המתמודדים עם אותו הרעיון. היבטים אלו יעזרו לנו בהמשך להעריך את אופן החשיבה של התלמידים.

מעגל חקר ראשון

חלק זה כולל שלוש פעילויות ראשונות שמומלץ להתחיל מהן בכל אחת מהרמות. עבור כל פעילות מופיע

דף פעילות לתלמידים ואחריו הנחיות מפורטות בנוגע לפעילות:

- דף פעילות ראשונה – שאילת שאלות
- הערות והארות בנוגע לפעילות 'שאלת שאלות'
- דף פעילות שנייה – השערות והכנות לאיסוף נתונים
- הערות והארות בנוגע לפעילות 'השערות והכנות לאיסוף נתונים'
- דף פעילות שלישית – ארגון נתונים והסקה מהם
- הערות והארות בנוגע לפעילות 'ארגון נתונים והסקה מהם'

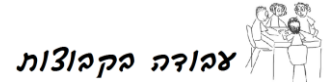
דף פעילות 1 – שאילת שאלות

טכנולוגיה וילדים

מהי טכנולוגיה? אילו שימושים ילדים עושים בטכנולוגיה? האם ילדים עושים שימוש סביר בטכנולוגיה? האם השימוש בטכנולוגיה עלול לפגוע בילדים מבחינה בריאותית, חברתית, או אחרת? האם יש מקום להגביל את השימוש של ילדים בטכנולוגיה?

בפעילות זו נלמד על השימוש בטכנולוגיה של ילדים בכיתתנו.

חלק א: מהו שימוש סביר של ילדים בטכנולוגיה וכיצד נוכל למדוד אותו?



1. מהו, לדעתכם, שימוש סביר של ילדים בכיתות א'-ו' בטכנולוגיה?

2. מה היה מעניין אתכם לדעת על מידת השימוש של ילדים בכיתות א'-ו' בבית הספר שלכם?

הציעו מספר שאלות מחקר.

א.

ב.

ג.

3. שאלת מחקר: מתוך השאלות שהצעתם, בחרו את השאלה המסקרנת אתכם ביותר. כתבו את השאלה:

4. כיצד תמדדו את מידת השימוש בטכנולוגיה בשאלה שבחרתם?

5. שאלת סקר: אם הייתם יכולים להוסיף את השאלה שבחרתם לשאלון, שבאמצעותו תאספו נתונים מילדים, מה תשאלו אותם בדיוק?

6. השערה: אלו תשובות הייתם מצפים לקבל על שאלת הסקר שניסחתם?

(א)

(ב)

7. מה ניתן ללמוד מתשובות אלו?

הערות והארות לפעילות 1 'שאלת שאלות'

א. מטרת הפעילות:

1. הצגת מעגל החקר
2. התנסות בניסוח שאלות מחקר ושאלות סקר
3. השוואה בין סוגי שאלות

ב. הערה מקדימה:

ההנחיות להעברת הפעילות ודף הפעילות מנוסחים עבור הקשר ספציפי (ילדים וטכנולוגיה), אולם יתר דפי הפעילות בנויים כך שניתן להשתמש בהם גם עבור הקשרים אחרים (ובמידת הצורך להתאים את דף הפעילות הראשונה). בחירת הקשר מתאים – כזה שיעניין את תלמידיכם וידרבן אותם לחקור היבטים שלו – חשובה מאד, ולכן המלצתנו היא לבחון האם קיים הקשר חלופי אשר, לאור ההכרות שלכם עם תלמידי כיתתכם, עשוי להיות מעניין במיוחד עבורם. בפרט, ניתן לרתום אירועים בית ספריים אמיתיים המתרחשים בבית הספר שלכם, כמצע מעניין לחקירה. למשל: אם בבית הספר נהוג לספק לתלמידים פעילויות העשרה כגון מופעים, ניתן יהיה לחקור את העדפות תלמידי הכיתה; אם בבית הספר קיימת קפיטריה ניתן יהיה לחקור חטיפים מועדפים ומחירים מתאימים; אם בבית הספר קיימות מגבלות לגבי שימוש בטלפונים, ניתן יהיה לקשר לכך את הנושא של ילדים בטכנולוגיה ועוד.

ג. הצעה לאופן העברת הפעילות:

מומלץ להעביר את הפעילות בשלושה שלבים:

שלב 1: דיון כיתתי בו תוצג חשיבות העבודה עם נתונים, ההקשר אותו נחקר ומעגל החקר

שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות עם דף הפעילות

שלב 3: דיון כיתתי מסכם בו יציגו התלמידים את עבודותיהם, שמטרתו דיון בסוגי שאלות.

שלב 1: הצגת ההקשר ומעגל החקר

חשיבות נתונים וניתוחם:

לפני תחילת רצף הפעילויות חשוב לדון עם התלמידים בנוגע לחשיבות של חקר נתונים. מטרת דיון זה צריכה להיות:

1. להסביר מהו ההבדל בין דעה ובין מסקנה (דעה מבוססת על ידע קודם כלשהו, מסקנה מבוססת על נתונים שנאספו)
2. לספק מוטיבציה לתלמידים: מסקנה מבוססת נתונים משכנעת יותר, ולכן חקר נתונים הוא כלי שיכול לעזור להם בחיי היום יום שלהם.

המלצה לאופן ניהול הדיון:

- הצגת שאלות: העלו מגוון שאלות שיכולות להיות מעניינות עבור תלמידכם (למשל: האם ילדים בני גיל מסוים הם דומים או שונים? האם למשל ילדים אוהבים פעילויות פנאי דומות או שונות? האם בנים ובנות שונים זה מזה בהעדפות שלהם? האם ילדים עושים שימוש סביר בטכנולוגיה?) ואפשרו להם להשיב על כל שאלה.
- שאלו את הכיתה: על בסיס מה ענינו על השאלות האלו? (שמענו, מכירים מחברים, ההורים אמרו לנו...) סכמו: אם ככה, אלו השערות, זה מה שאנחנו חושבים (ולא מה שאנחנו יודעים בוודאות).
- שאלו את הכיתה: אנחנו יכולים לשער השערה. אבל איך אנחנו יודעים שהיא נכונה? האם שאלנו את כל הילדים בגיל זה? (לא, אבל אולי אנחנו מכירים קצת ילדים, ויכול להיות שקראנו מעט על העדפות והרגלים של ילדים, לכן אנחנו יכולים לשער מה הם.)
- סכמו: לפעמים, זה מאוד חשוב לשער השערות מהסוג הזה. אם לדוגמה, חברת משחקים שוקלת לפתח משחק כלשהו - מידע על העדפות הילדים יכול להיות משמעותי להצלחת המשחק. אבל, האם מספיק לשער השערה? האם מספיק לשער אותה רק על בסיס ידע אישי? איך יודעים שההשערה נכונה?
- הסבירו: כדי לדעת האם השערה היא נכונה, אוספים מעט נתונים המכונים **מדגם**. כלומר, שואלים חלק מהאוכלוסייה, שנבחר בשיטה מסוימת המכונה **שיטת הדגימה**. ממש כמו מדגם שעורכים כדי לחזות את תוצאות הבחירות לכנסת (מומלץ לשאול את התלמידים האם הם שמעו בעבר אתה המילה "מדגם" ובאיזה הקשר שמעו מילה זו).
- הציגו את הפעילות: המטרה שלנו היא **ללמוד על תלמידי כיתתנו, והשימוש שלהם בטכנולוגיה**. נשאל שאלות שמעניין אותנו לחקור על נושא זה, נבחר שאלת מחקר אחת מתוכן, ונשער השערה

לגביה על כל ילדי הכיתה. בהמשך, כדי ללמוד על השאלה, נחקר נתונים של ילדי הכיתה והשכבה שלנו. נסיק מסקנות מנתונים אלו, ונחשוב: האם אנחנו סומכים על המסקנות האלו?
- **מומלץ במיוחד:** אם ישנה אפשרות כזו, נסו לתת מטרה אמיתית משמעותית, למשל: ממצאי המחקר שנערוך יעזרו לנו לנסח המלצות איתן נוכל לגשת למנהלת בית הספר ולבקש ש...

הצגת ההקשר:

נהלו דיון עם תלמידי הכיתה בנוגע לנושא החקירה, ונסו לספק מוטיבציה לחקירתו. כאמור, ניתן לבחור הקשר חלופי שיכול לעניין את תלמידיכם יותר. להלן הנחיות מומלצות לדיון בנושא 'ילדים וטכנולוגיה':

- הצגת הנושא: החקירה שנערוך תהיה בנושא 'ילדים וטכנולוגיה'.
- מוטיבציה לחקירתו: לאחרונה ישנן טענות רבות שהילדים של היום נוטים לבלות זמן רב בשימוש באמצעים טכנולוגיים (טלפונים חכמים, מחשב, טלוויזיה, אינטרנט וכו') ולכן אינם עוסקים מספיק בפעילויות ספורט או נפגשים מספיק פנים אל פנים עם חברים. מה דעתכם: האם טענות אלו נכונות?
- עודדו את התלמידים להביע את דעתם. הציעו להם לחשוב על שגרת יומם, ועל מה שידוע להם על חבריהם או האחים שלהם.
- אם הכיתה ככלל מביעה דעה אחידה, ניתן להציע להם לחקור את הנושא במטרה להוכיח זאת. אם ישנה אי הסכמה הציגו את מטרת החקירה כבדיקה איזו מהעמדות נכונה עבור כיתתנו.

הצגת מעגל החקר:

אם תלמידיכם טרם התנסו בחקירת נתונים, מומלץ להציג בפניהם את מעגל החקר, להסביר לגבי מרכיביו ואם ניתן – אף להציג את האיור של מעגל החקר לאורך כל הפעילויות (למשל על גבי אחד מקירות הכיתה). בכל שלב בפעילות ניתן להיעזר באיור על מנת להצביע לתלמידים היכן בתוך מעגל החקר הם נמצאים. למשל, בפעילות זו נתמקד בשלב שאלת השאלה ותכנון המחקר.

המלצה לאופן ההצגה:

מעגל החקירה מבטא את אופן החשיבה והפעולות הנעשות במהלך החקירה הסטטיסטית. מעגל החקירה (איור 1) כולל את השלבים הבאים:

שאלה: הבנת המרכיבים של הבעיה הנחקרת, קשר אפשרי ביניהם וניסוח של מה נרצה לחקור לגביהם (למשל: במסגרת התופעה 'ילדים וטכנולוגיה', כדי לבחון האם ילדים עושים שימוש מוגזם

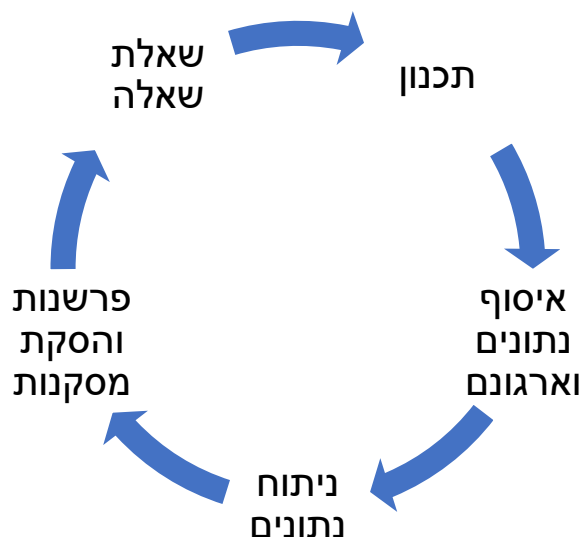
בטכנולוגיה – כפי שמתלוננים ההורים – נוכל לשאול: מהו משך השימוש היומי בטלפון סלולרי של ילדים בגילאי בית הספר היסודי בארץ? (בארץ?)

תכנון: תכנון המחקר (אילו נתונים נרצה לאסוף? באיזו שיטה נדגום נתונים? כיצד נמדוד את הנתונים? איך לאחר מכן נוכל לנתח אותם?)

נתונים: איסוף נתונים וארגונם (נתחיל לבצע את התכנית שיצרנו)

ניתוח הנתונים: את הנתונים נוכל לארגן במגוון אופנים ולבדוק מה הם מלמדים אותנו על התופעה שרצינו לחקור.

מסקנות: מתן פרשנות (מה לימדו אותנו הנתונים על המקרים שחקרנו?), הסקת מסקנות (מה למדנו על התופעה באופן יותר כללי?) והעלאת רעיונות חדשים (אילו שאלות חדשות גילינו בדרך?) רעיונות אילו יכולים לייצר שאלת מחקר חדשה וחוזר חלילה.



מעגל החקירה המורחב על פי Pfannkuch ו-Wild (1999).

הערה למורה: במסגרת חקירת נתונים אמיתית (של סטטיסטיקאים מומחים למשל) מהלך החקר לא תמיד מסודר באופן שמוצג במעגל - לפעמים תוך כדי ניתוח הנתונים למשל נגלה כי שאלת המחקר לא מנוסחת היטב, או יתברר שהנתונים שנאספו אינם מספיקים וכך הלאה. האיור מציג את החקר באופן פשוטני יותר. אם זו החקירה הראשונה בה מתנסים התלמידים אין בהכרח צורך להתייחס למורכבות של מחקר אמיתי, אולם אם לאורך ההתנסות של התלמידים תזהו הזדמנויות לכך ניתן בהחלט לרתום את ההתנסות שלהם ולהרחיב מעט על כך.

שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות

אפשרו לתלמידים לעבוד באופן עצמאי בזוגות או בקבוצות קטנות בעזרת דף הפעילות. במהלך העבודה בזוגות השתדלו להימנע מלכוון את התלמידים לניסוח שאלות מסוימות. להיפך: מטרת הפעילות היא לעודד ניסוח של מגוון שאלות וחשוב שלא להביע ביקורתיות או שיפוטיות כלפי ניסוח כלשהו בשלב זה. במסגרת הדיון המסכם נמיין את מגוון השאלות על מנת להבהיר את ההבדלים ביניהן, בפרט את ההבדלים בין שאלה מעניינת, שאלת חקר ושאלת סקר.

שלב 3: דיון מסכם - מיון שאלות ותכנון להמשך

מיון שאלות

מומלץ לאפשר לתלמידים להציג את תוצרי העבודה שלהם בפני יתר תלמידי הכיתה. כדאי להשתמש בדיון כהזדמנות להדגמת והטמעת נורמות שנרצה שהתלמידים יאמצו בנוגע לניהול חקר והצגת תוצריו. בפרט, בקשו מהתלמידים להסביר על כל שלב בחקירה שלהם (ניתן להיעזר באיור של מעגל החקר שילווה כל הצגה, על הלוח או אחד הקירות בכיתה):

- מהן שאלות המחקר שלכם?
- מה השערתכם?
- תכננו: באילו שאלות סקר תשמשו? אילו נתונים יספקו השאלות הללו? באיזה אופן תוכלו לארגן את הנתונים?
- תכננו: מה תוכלו ללמוד מהנתונים?
- תכננו: איזו מסקנה תוכלו להסיק מהנתונים בנוגע לתופעה שתוצו לחקור, עבור תלמידי הכיתה כולה?

במסגרת הצגות התלמידים מומלץ לאסוף את השאלות השונות שניסחו התלמידים ולסווג אותן. מטרת הדיון היא הכרת המושגים 'שאלות מחקר' ו'שאלות סקר' ולמידה על ההבדלים ביניהן. להלן המלצה לאופן ניהול דיון ראשוני בנוגע למושגים אילו:

מהי שאלת מחקר?

עבור כל שאלה שניסחו התלמידים המציגים, הנחו את תלמידי הכיתה לבחון: האם שאלה זו היא שאלה עליה אנחנו יכולים לענות בעזרת נתונים? מומלץ לתעד כל שאלה שמוצעת (למשל: לכתוב על הלוח) ויחד עם התלמידים לסווג את השאלות לשלוש קטגוריות:

<p>שאלת סקר (שאלה ספציפית, מוגדרת היטב, אשר המענה עליה יספק לנו נתונים שניתן יהיה לחקור, כגון: כמה שעות ביום אתה משתמש בטלפון נייד בדרך כלל ביום חול?)</p>	<p>שאלת מחקר (שאלה כללית יחסית אבל שניתן לענות עליה בעזרת נתונים כגון: בקרב תלמידי כיתה ה בבית ספרנו, מהו משך השימוש בטלפונים ניידים?)</p>	<p>שאלה מעניינת (שאלה שלא ניתן לענות עליה בעזרת נתונים כגון: מהי טכנולוגיה?)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

תכנון כיתתי להמשך:

במסגרת הפעילות הבאה ימשיכו התלמידים להתקדם במעגל החקר. אם זו החקירה הראשונה בה הם מתנסים, מומלץ שכלל התלמידים (על אף שיעבדו בהמשך בזוגות או קבוצות קטנות) יחקרו בשלב זה שאלה אחידה. לכן, בתום הפעילות הזו רצוי גם לנהל דיון כיתתי בו יבחרו:

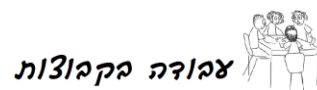
1. שאלת המחקר הכיתתית (למשל: מהו משך השימוש היומי בטלפון של ילדי הכיתה שלנו?)
2. שאלות סקר שיספקו נתונים כדי לחקור אותה (למשל: כמה שעות אתה משתמשת בטלפון נייד ביום חול?)

ד. קשיים נפוצים והצעות להתמודדות איתם:

הפעילות מיועדת להצגת מושגים חדשים (שאלת מחקר ושאלת סקר) והכרות ההבחנה ביניהם, ולכן סביר שזהו יהיה המקור העיקרי לקשיים שיעלו. אנו ממליצים לטפל בקושי זה במסגרת הדיון הכיתתי המסכם את הפעילות (ראו הנחיות מפורטות לעיל): לאפשר לתלמידים להציע מגוון של שאלות ולבחון יחד האם שאלה זו יכולה לשמש כשאלת המחקר. בפרט, הדגישו לתלמידים ששאלה זו צריכה להיות:

- מדויקת מספיק כך שניתן יהיה לאסוף נתונים רלוונטיים.
 - לא טריוויאלית מידי.
 - כוללת התייחסות לאוכלוסייה מוגדרת עליה רוצים ללמוד.
- אפשרו לתלמידים עצמם לבחון כל שאלה ולסווג אותה. במידת הצורך, אתגרו שאלה מוצעת בעזרת שאלות שמצביעות על אי התאמתה, למשל: האם השאלה מדויקת מספיק? האם ניתן לענות על השאלה הזו בעזרת נתונים?

דף פעילות 2 – השערות והכנות לאיסוף נתונים



1. כתבו את שאלת המחקר ושאלת הסקר, שנבחרו בדיון הכיתתי.

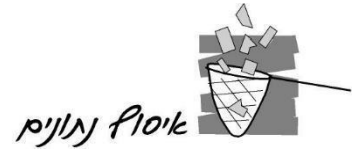
שאלת המחקר:

שאלת הסקר:



2. תארו על פלקט גדול מהי ההשערה שלכם לגבי השאלה ששאלתם לגבי אוכלוסיית ילדי הכיתה שלנו. כיצד אתם מצפים שיראו הנתונים שנאספו?

הסבירו את התיאור שלכם:



כעת עלינו לאסוף נתונים מתאימים, שבעזרתם נוכל להגיע למסקנות שנוכל לבטוח בהן, בנוגע לשאלת המחקר ששאלתם.

איסוף נתונים לוקח זמן רב, לכן נוכל לאסוף נתונים רק על חלק מכלל תלמידי הכיתה, שייצג את כלל התלמידים, וייקרא מדגם. בעזרתו של המדגם ננסה להסיק לגבי כלל תלמידי האוכלוסייה (הכיתה שלנו).

כדי לבחור מדגם אקראי, רשמו כעת את שמות חברי קבוצתכם על הכרטיסיות בהמשך הדף (שם אחד על כל פתק). לאחר מכן נאסוף את כל שמות ילדי הכיתה, ונגריל 8 מתוכם.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto;">שם:</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto;">שם:</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto;">שם:</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto;">שם:</div>

הערות והארות לפעילות 2 'השערות והכנות לאיסוף נתונים'

א. מטרת הפעילות:

1. התנסות בהמשך מעגל החקר (איסוף נתונים)
2. התנסות בציור השערות

ב. הערה מקדימה:

כמו עבור הפעילות הקודמת, ההנחיות להעברת הפעילות מנוסחות עבור הקשר ספציפי (ילדים וטכנולוגיה), אולם דפי הפעילות בנויים כך שניתן להשתמש בהם גם עבור הקשרים אחרים. הפעילות עצמה קצרה יחסית אולם שימו לב שלאחר פעילות זו יש לערוך איסוף נתונים (וניתן לערוך את איסוף הנתונים כבר במסגרת הדיון המסכם של הפעילות). מצורפות הנחיות מפורטות הנחיות לאיסוף נתונים בסוף הסעיף הבא (סעיף ג).

ג. הצעה לאופן העברת הפעילות:

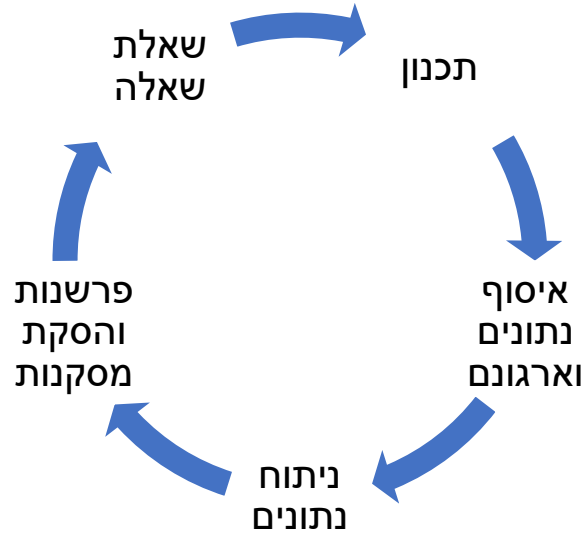
מומלץ להעביר את הפעילות בשלושה שלבים:
שלב 1: דיון כיתתי בו תוצג הפעילות (קישור למעגל החקר)
שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות עם דף הפעילות
שלב 3: דיון כיתתי מסכם בו יציגו תלמידים את השערותיהם ונסביר את שיטת הדגימה שבה נאסף נתונים.
שלב 4: איסוף נתונים (במסגרת הדיון המסכם או בשיעור נפרד)

שלב 1: הצגת הפעילות (קישור למעגל החקר)

המלצה לניהול הדיון:

- הזכירו לתלמידים את התובנות שעלו במסגרת הפעילות הקודמת
- מה ההבדל בין שאלת מחקר ושאלת סקר?
- מה הייתה שאלת המחקר שבחרנו? (למשל: מהו משך השימוש היומי בטלפון של ילדי הכיתה שלנו?)
- איזו שאלת סקר ניסחנו? (למשל: כמה זמן אתה משתמש בטלפון נייד ביום חול?)

- הזכירו את מעגל החקר (ראו הרחבה במסגרת הערות והארות לפעילות הקודמת 'שאלת שאלות'), קשרו את הפעילות הקודמת לשלב המתאים במעגל (בעיקר שאלת שאלה אבל גם קצת תכנון) והסבירו כי הפעילות שבה נעסוק כעת מתקשרת לשלב הבא (תכנון)



מעגל החקירה המורחב על פי Pfannkuch ו-Wild (1999).

שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות (ציור השערה ובחירת שיטת דגימה)

אפשרו לתלמידים במהלך העבודה בזוגות לבטא באופן חופשי את תפיסותיהם והשערותיהם. השתדלו להימנע מלכוון את התלמידים לניסוח ספציפי של ההשערה או ייצוג מסוים שלה. להיפך: מטרת הפעילות היא לעודד תלמידים לבטא את תפיסותיהם ההתחלתיות, ולהתנסות ביצירת מגוון ייצוגים להשערותיהם. במסגרת הדיון המסכם נעודד את יתר הכיתה לדון בהשערות השונות, אלו יתרונות וחסרונות הם מזהים עבור כל שיטה, על מנת שיגלו בעצמם את היתרונות של דגימה אקראית.

שלב 3: דיון מסכם (השערות שיטות דגימה)

מומלץ לאפשר לתלמידים להציג את תוצרי העבודה שלהם בפני יתר תלמידי הכיתה. כדאי להשתמש בדיון כהזדמנות להדגמת והטמעת נורמות שנרצה שהתלמידים יאמצו בנוגע לניהול חקר והצגת תוצריו. בנוסף, מטרת הדיון הן:

1. דיון במושג החדש: השערה
2. הצגת נוהל איסוף הנתונים שבו נעבוד.

להלן הצעה לניהול הדין:

• **מהי השערה?**

מומלץ לאפשר תחילה לתלמידים להציע את הגדרותיהם, ולדון באופן כיתתי בהגדרות המוצעות. ניתן להיעזר בשאלות המנחות הבאות:

- מה ההבדל בין השערה ובין עובדה? (עובדה היא משהו שכבר בדקו אותו והוא בוודאות נכון, לעומת זאת השערה היא משהו שאנחנו חושבים שיכול להיות נכון, אבל לא בדקנו אותו עדיין).
- על מה יכולה להתבסס השערה? (בעיקר על הידע הקודם שלנו. בפעילות הזו אנחנו חוקרים נושאים שאנחנו מכירים מהיום יום – אנחנו מכירים את עצמנו, את החברים שלנו, האחים שלנו, שכנים... אולי שמענו פעם את ההורים אומרים משהו בנוגע לנושא, אולי קראנו בספר וכו'. נשתמש במה שאנחנו מכירים כדי לנסח השערה, ולאחר מכן נוכל לבחון האם הנתונים שלנו מחזקים או מחלישים אותה).
- מדוע חשוב לנסח השערה לפני שמתחילים לחקור? (חקירה צריכה להיות ממוקדת. חוקרים סטטיסטיים חוקרים נושאים שהם קודם כל יודעים משהו לגביהם, מספיק כדי לנסח השערה ראשונית. ההשערה שלנו היא מה שמניע אותנו לחקור: אנחנו חושבים שכך נראית האוכלוסייה, ואם נגלה שאמנם כך נראית האוכלוסייה גם בנתונים, נוכל להשתמש בכך בשביל משהו – לשכנע את המנהלת שצריך שינוי וכו').

• **הצגת תוצרים:**

- הנחו את התלמידים להציג את השערותיהם. בקשו מכל קבוצה להציג את הפלקט שיצרו ולהסביר:
- מהי השערתם? (מומלץ לתעד על הלוח את ההשערה שתנסח כל קבוצה)
- מדוע בחרו להציג אותה כפי שבחרו?
- עודדו את יתר התלמידים להביע את דעתם בנוגע לאופן הייצוג: האם הוא ברור? מה ברור יותר ביותר ומה פחות? האם הם מסכימים עם ההשערה של אותה קבוצה?

הסבר בנוגע לאופן איסוף הנתונים:

הסבירו לתלמידים על השלב הבא בחקירה: איסוף הנתונים. במסגרת ההסבר, ניתן להציג את מושג 'מדגם' ולדון עליו בקצרה, למשל:

- האם אתם מכירים את המילה 'מדגם'?
- מאיפה? (למשל: מדגם לקראת בחירות)
- מדוע עושים מדגם? (משום שבדרך כלל מאד קשה או אפילו בלתי אפשרי לבדוק את כולם)

לאחר מכן תארו את אופן האיסוף:

נבחר 8 ילדים מהכיתה. על מנת שהמדגם שלנו יוכל לייצג את כל תלמידי הכיתה נבחר את שמונה הנדגמים שלנו באקראי:

- נשים בשקית אטומה את כל כרטיסיות השמות שהכנתם
- נגריל 8 כרטיסיות
- כל אחד מהילדים שנגריל יענה על שאלת הסקר (כמה זמן אתה משתמשת בטלפון נייד ביום חול?).

שלב 4: איסוף נתונים

להלן הנחיות מפורטות הנחיות לאיסוף נתונים:

1. אפשרו לתלמידים לקחת חלק פעיל באיסוף הנתונים (לפחות חלק מהנתונים, גם אם לא מתאפשר שהם בעצמם יאספו את כולם). יש לכך חשיבות גדולה: לנתונים תהיה משמעות הקשרית גדולה יותר, התלמידים יתנסו בקושי במדידות ויפתחו מודעות לטעויות מדידה, ויפתחו תחושה טובה יותר בנוגע למה מעידים הנתונים.
2. הכינו שקית אטומה (לא שקופה) ואספו לתוכה את כל הכרטיסיות שיכינו התלמידים עם שמותיהם.
3. הגרילו 8 כרטיסיות. מומלץ לשלב את התלמידים בהגרלה (למשל הזמינו כל פעם תלמיד אחר לקדמת הכיתה, ותנו לתלמיד – עם עיניים עצומות – להוציא מהשקית האטומה פתק)
4. לשיקולכם: את אוסף הנתונים ניתן לסכם בטבלה, או בכרטיסיות. לפעילות הבאה מצורפות כרטיסיות ריקות למילוי התלמידים. אנו ממליצים במיוחד על שימוש בכרטיסיות, משום שחלק מהתלמידים עלולים להתקשות בקריאת הטבלה¹ (בקריאת הטבלה נדרשת הבנה פחות אינטואיטיבית: כל שורה מייצגת ילד שהשתתף במדגם, לעומת האופן היותר אינטואיטיבי שבו כרטיסיה מייצגת כל משתתף בכך שכל המידע שמופיע על גביה שייך לאותו הנדגם).
5. לתיעוד בכרטיסיות: הכינו על הלוח 8 איורים של כרטיסיות (עדיף שיהיו דומים לכרטיסיות שאיתם יעבדו הילדים):

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

¹ ראה הערה בעמוד 7

עבור כל ילד ששמו הוגרל, מלאו על הלוח (או תנו לו למלא) את תשובתו לשאלת הסקר (כמה זמן אתה משתמש בטלפון נייד ביום חול?)

ד. קשיים נפוצים והצעות להתמודדות איתם:

המשימות חדשות בפעילות זו הן ציור השערה ואיסוף נתונים, ולכן אילו שני המקורות האפשריים לקשיים שמיוחדים לפעילות זו.

ציור השערות

ניסוח השערה הוא כבר משימה לא טריוויאלית משום שעל התלמיד להציע התנהגות כללית על אוכלוסייה שטרם בדק לעומק. נסו לעודד את התלמידים לחשוב על דוגמאות שמוכרות להם מחיי היום יום, הזכירו להם מהי האוכלוסייה עליה נרצה ללמוד והסבירו שזה בסדר לא להיות בטוחים לגמרי בנכונות השערה, משום שזהו תפקידה – השערה ראשונית שאיננו יודעים שהיא בוודאות נכונה ולכן ניגש בהמשך לחקור זאת.

ציור ההשערה עלול להוות אתגר משמעותי עוד יותר, בעיקר ללומדים שטרם התנסו בחקר נתונים ומתקשים לדמיין כיצד נתונים שיאספו יראו בסופו של דבר. אפשרות אחת היא לאפשר לחלק התלמידים לוותר על ציור ההשערה בשלב זה (ולבקש מהם לצייר אותה רק אחרי איסוף הנתונים). אפשרות שנייה היא להדגיש שבשלב זה מותר להם לצייר כל מה שלדעתם יכול לתאר את התופעה שהם משערים, כולל להשתמש במילים או בציורים שנוח להם לצייר. היו ערוכים לכך שייתכן שחלק מהתלמידים לא ישתמשו במידע מספרי, ואילו חלק אחר לא ימחישו את רעיונותיהם באופן ויזואלי. הקפידו שלא להיות ביקורתיים כלפי הייצוג שבחרו התלמידים, אולם מומלץ לבקש מהם להסביר את הציור שיצרו, למשל על ידי שאלות מנחות כגון: מה הקו הזה מייצג בעיניכם? מדוע רשמתם פה את המילה הזו? הקפידו על כך במיוחד במסגרת הצגת התוצרים של הקבוצות לפני יתר הכיתה, כדי לנצל את הזדמנות זו להטמעה נוספת של נורמות הצגת חקירה: בפרט, ניתן להציע שאלות מנחות קבועות שיהוו בסיס להצגה של כל תרשים (כמו גם פענוח של תרשים חדש):


- אילו רכיבים כולל התרשים?
- מה מייצג כל רכיב בתרשים?
- מדוע בחרתי להציג את המידע כך?
- מה נוח לקריאה בתרשים שלי? מה פחות נוח?

ייצוגיות המדגם

קושי מרכזי בהסקה סטטיסטית ממדגם על אוכלוסייה גדולה יותר כרוך בחשיבה על ייצוגיות של מדגם. ואולם, בהתנסויות ראשונות רצוי להימנע מלמהר להציף נושא מורכב זה, משום שחשוב שנבסס תחילה

את הבנת התלמידים בכוחם של נתונים, טרם שנדון לעומק במגבלותיהם. דיון מוקדם מדי על האפשרות שמדגם לא מייצג את האוכלוסייה היטב, עבור תלמידים שאינם מנוסים מספיק (ולכן לא בשלים מספיק) עלול לקבע תחושה שמדגם איננו כלי יעיל ולייתר עבור התלמידים את המשך הפעילות. לכן, בשלב זה אנו ממליצים, אם בכל זאת יועלה חשש בכיתה, להסביר שבגלל שדגמנו באופן אקראי אין סיבה בשלב זה לחשש ונאמר להם: 'בואו נראה מה הנתונים שיש לנו יכולים ללמד אותנו'.

דף פעילות 3 – ארגון נתונים והסקה מהם

צבודה בקבוצות 

מה השאלה? 

תזכורת: כתבו את שאלת המחקר שנבחרה בדיון הכיתתי.

ניסוח השערה 

מה הייתה ההשערה שניסחתם בנוגע לשאלת המחקר? כיצד תיארתם אותה?



כדי שנוכל ללמוד מהנתונים ולענות על שאלת המחקר המסקרנת ששאלתם, עלינו לסדר ולארגן אותם. קיימות דרכים שונות לארגון נתונים.

1. חישבו על דרכים אפשריות לארגון הנתונים, וסדרו אותם על פי הדרך שבחרתם על הפלקט. תארו באיזו דרך ארגנתם והצגתם את הנתונים.



2. עכשיו, לאחר שהנתונים מסודרים ומאורגנים, נסו לענות על השאלה ששאלתם בתחילת הפעילות על מידת השימוש בטכנולוגיה של ילדים בכיתה שלנו. כתבו גם את המסקנות המוסכמות על כל חברי הקבוצה על הפלקט. המסקנות הן:

3. מה עוד ניתן ללמוד מהנתונים על מידת השימוש בטכנולוגיה של תלמידי הכיתה שלנו?
הסבירו את תשובתכם.

כרטיסיות ריקות למילוי הנתונים שנאספו:

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

הערות והארות לפעילות 3 'ארגון נתונים והסקה מהם'

א. מטרת הפעילות:

1. התנסות בהמשך מעגל החקר (ארגון, ניתוח והסקה)
2. הכרת המושג: "מסקנה"
3. פיתוח חשיבה על התפלגות

ב. הערה מקדימה:

כמו עבור הפעילות הקודמת, ההנחיות להעברת הפעילות מנוסחות עבור הקשר ספציפי (ילדים וטכנולוגיה), אולם דפי הפעילות בנויים כך שניתן להשתמש בהם גם עבור הקשרים אחרים.

ג. הצעה לאופן העברת הפעילות:

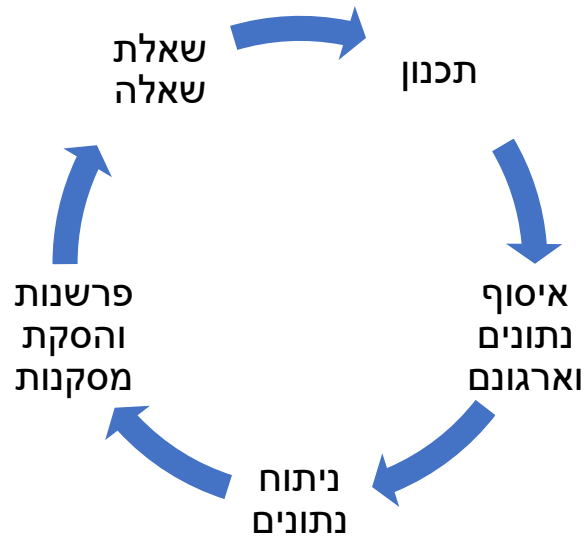
מומלץ להעביר את הפעילות בשלושה שלבים:

- שלב 1: דיון כיתתי בו תוצג הפעילות (קישור למעגל החקר) ויוצג אוסף הנתונים
- שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות עם דף הפעילות
- שלב 3: דיון כיתתי מסכם בו נדון בייצוגים שונים לאותם נתונים, נשווה ביניהם ונדון במושג 'מסקנה'

שלב 1: הצגת הפעילות (קישור למעגל החקר)

המלצה לניהול הדיון:

- הזכירו לתלמידים את התובנות שעלו במסגרת הפעילות הקודמת
- מה הייתה שאלת המחקר שניסחנו? (למשל: למשל: מהו משך השימוש היומי בטלפון של ילדי הכיתה שלנו?)
- כיצד אספנו את הנתונים? מדוע? (הזכירו: בחרנו ב-8 תלמידים באופן אקראי, ושאלנו כל תלמיד שנבחר: כמה שעות אתה משתמש בטלפון נייד ביום חול?)
- הזכירו את מעגל החקר (ראו הרחבה במסגרת הערות והארות לפעילות 'שאלת שאלות'), קשרו את הפעילויות הקודמות לשלב המתאים במעגל (שאלת שאלה, תכנון ואיסוף נתונים) והסבירו כי הפעילות שבה נעסוק כעת מתקשרת לשלבים הבאים (ארגון הנתונים, ניתוחם והסקה מהם)



מעגל החקירה המורחב על פי Pfannkuch ו-Wild (1999).

• **הצגת אוסף הנתונים:**

את אוסף הנתונים ניתן לתת לתלמידים כטבלה, אולם אנו ממליצים כי במסגרת פעילות זו (בעיקר אם טרם עסקו התלמידים בניתוח נתונים) יינתנו הנתונים בצורה של כרטיסיה². כל כרטיסיה מייצגת מקרה (case): במקרה שלנו מדובר על ילד אחד (מילדי הכיתה למשל) והמידע שנאסף לגביו. לפני תחילת העבודה בזוגות, הזכירו לתלמידים את שאלת הסקר שניסחו יחד בפעילות קודמת (למשל: כמה זמן אתה משתמשת בטלפון נייד ביום חול?). בהנחה שתלמידי הכיתה לקחו חלק פעיל באיסוף הנתונים מומלץ להזכיר להם כיצד נמדדה כל תכונה (למשל: באיזו יחידת מידה תיעדנו את התשובה לשאלה כמה זמן אתה משתמשת בטלפון נייד ביום חול?). בקשו מהתלמידים למלא את הכרטיסיות הריקות שמצורפות לדף הפעילות עם הנתונים שנאספו (למשל: הציגו את הנתונים על הלוח, מומלץ בעזרת איורים כרטיסיות דומות אילו שיעבדו איתם התלמידים).

	זמן שימוש בנייד
--	-----------------

שלב 2: עבודה בזוגות או בקבוצות קטנות (ארגון הנתונים, ניתוחם והסקה מהם)

במהלך העבודה בזוגות השתדלו להימנע מלכוון את התלמידים לבחירת אופן ייצוג מסוים או ניסוח מסוים של מסקנות. להיפך: מטרת הפעילות היא לעודד תלמידים להציע מגוון של ייצוגים ולשקול את יתרונותיהם

² ראה הערה בעמוד 7 בנוגע לשימוש בטבלאות בהוראת חקר נתונים

וחסרונותיהם, ומה ניתן ללמוד מהם, לכן חשוב שלא להביע ביקורתיות או שיפוטיות כלפי ייצוג כלשהו או מסקנה כלשהי בשלב זה. במסגרת הדיון המסכם נעודד את יתר הכיתה להציע אילו יתרונות וחסרונות הם מזהים עבור כל ייצוג, ולהסכים יחד על מסקנות מתאימות מהנתונים.

שלב 3: דיון מסכם (ייצוגים ומסקנות)

מטרות הדיון המסכם הן חשיפה למגוון ייצוגים של אותם נתונים והשוואה ביניהם, עידוד על חשיבה על התפלגות ודיון במושג חדש: מסקנה.

הצגת והשוואת ייצוגים

מומלץ לאפשר לתלמידים להציג את תוצרי העבודה שלהם בפני יתר תלמידי הכיתה. כדאי להשתמש בדיון כהזדמנות להדגמת והטמעת נורמות שנרצה שהתלמידים יאמצו בנוגע לניהול חקר והצגת תוצריו. בפרט, בקשו מהתלמידים להסביר כל שלב בחקירה שלהם (ניתן להיעזר באיור של מעגל החקר שילווה כל הצגה, על הלוח או אחד הקירות בכיתה):

- מהי שאלת המחקר שלכם?
 - מה הייתה השערתכם? כיצד ציירתם אותה?
 - באיזה אופן בחרתם לארגן את הנתונים? מדוע?
 - מה למדתם מהנתונים?
 - מהי מסקנתכם בנוגע לתכונה שחקרתם עבור תלמידי הכיתה כולה?
- בהתאם לרמת הכיתה, ניתן לשלב גם שאלות בסוף ההצגה כדי לעודד דיון בנוגע לאי הוודאות שמאפיינת הסקה סטטיסטית:

- עד כמה אתם בטוחים בנכונות מסקנתכם?
- מה יכול לגרום לכם להרגיש בטוחים יותר בנכונות מסקנתכם?
- מה היה קורה אילו הייתם בודקים מדגם גדול יותר?
- אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים תופעה דומה, כיצד הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?
- מה אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים התנהגות אחרת, כיצד אז הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?

חשוב במיוחד: במהלך הצגת התוצרים הקפידו במיוחד שלא להביע בעצמכם ביקורת כלפי ייצוג מסוים, אלא עודדו את התלמידים להעריך כל ייצוג ולהשוות בינו ובין ייצוגים אחרים שהוצגו. ניתן לסכם על הלוח יחד עם התלמידים:

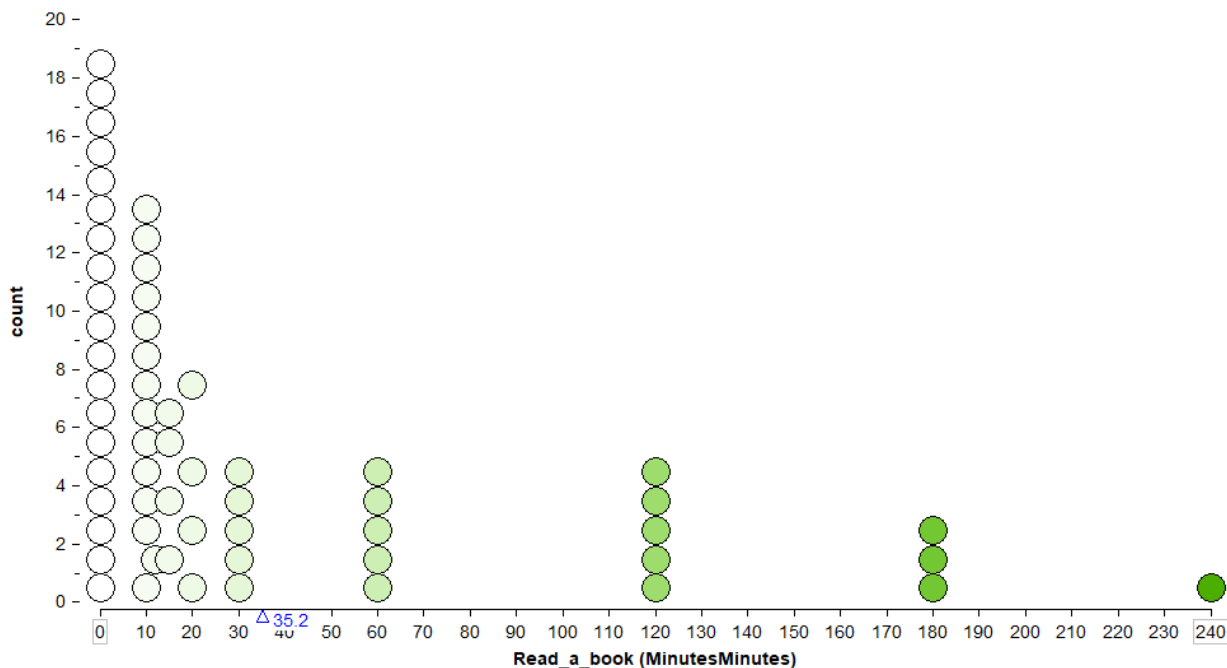
- במה דומה הייצוג החדש לאחרים?

- במה הוא שונה?
- מה היתרונות שלו? מהם חסרונותיו?
- באיזה ייצוג נוח יותר להציג את המידע הזה? מדוע?
- האם תמיד יהיה נוח להשתמש בייצוג זה?

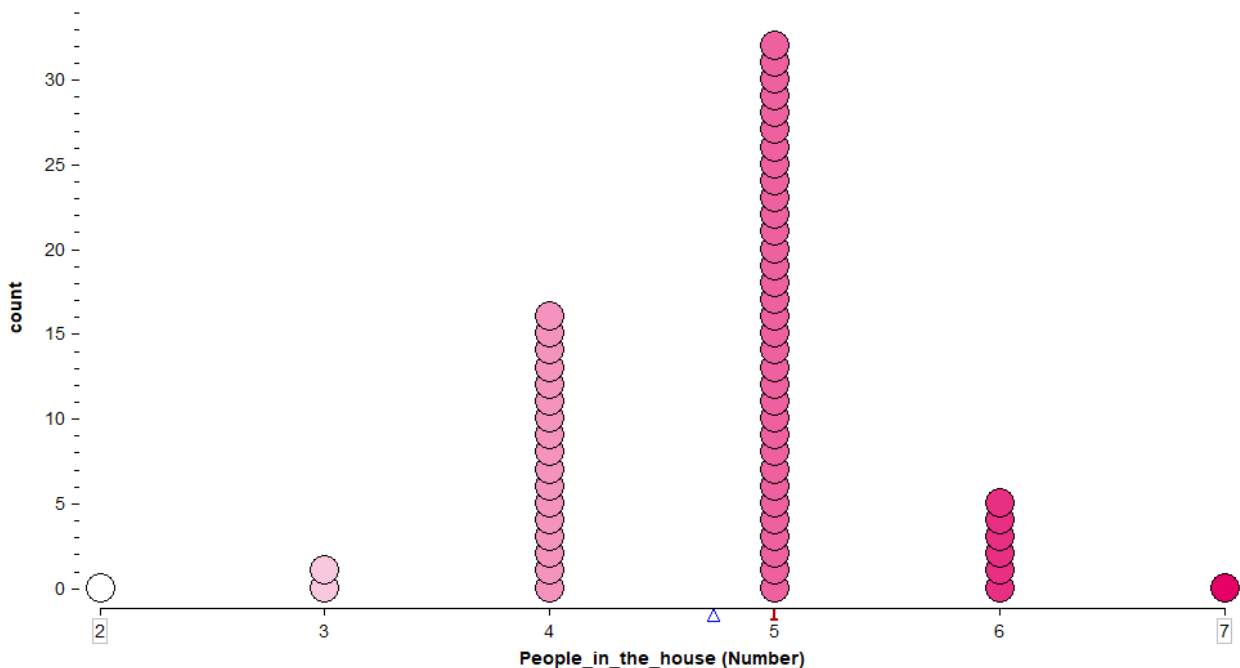
פיתוח חשיבה על התפלגות:

מומלץ לרתום כל הצגת תוצרים של תלמידים לצורך פיתוח חשיבה על התפלגות. בפרט, נרצה לעודד את התלמידים לבחון היבטים נוספים של התפלגות ובהדרגה להרחיב את חשיבתם והסתכלותם (מהתבוננות על נתונים כאוסף של פריטים בודדים, לחשיבה על המכלול שמתקבל ותכונותיו). לשם כך, ניתן להיעזר ברשימת תכונותיה הכוללניות של ההתפלגות שנסחו Gravemeijer ו- Bakker (2004) המופיעה בנספח, כבסיס לשאלות מנחות שנפנה לכל תלמיד שמציג. ננסה לזהות לאילו היבטים מתייחס התלמיד, ולעודד אותו לבחון כאילו שטרם התייחס אליהם. למשל:

1. מרכז (Center) – ניתן לעודד תלמידים לחשוב על מרכז ההתפלגות בעזרת שאלות פתוחות כגון: היכן נמצאים מרבית הערכים בהתפלגות שקיבלת? מהו הערך שסביבו הם מפוזרים? המטרה היא לעודד תלמידים שמתייחסים לכל נתון בנפרד, להתחיל לתאר היבטים כוללניים יותר של מקבצי נתונים (גם לא של ההתפלגות כולה בשלב ראשוני). הניחו לתלמידים להשיב באופן חופשי, ולאחר מכן נסו לעודד אותם לחשוב על תשובתם כמייצגת של המכלול. למשל: אם תלמיד מתייחס לשכיח בתשובתו לשאלה "היכן נמצאים מרבית הערכים", שאלו אותו "אז מה יכול ללמד אותנו הערך הזה על כל הנתונים?" או האם הוא מייצג / מאפיין את קבוצת הנתונים? באיור 2 ניתן לראות דוגמה למצב שבו השכיח הוא נתון קיצוני יחסית, וניתן לרתום מצבים נוספים בהם ישנם הבדלים בולטים (ויזואלית) בין שני מדדים או יותר, כדי לאתגר תלמידים לחשוב איזה מדד מתאים יותר לייצוג כלל הנתונים. ניתן בנוסף לנסח שאלות אלו באופן הבא: אם הייתם מתארים למישהו שאינו רואה את הנתונים מה למדתם על כל הנתונים שאספתם בעזרת מדד אחד (כמו שעושים הרבה פעמים בכתבות בעיתון) באיזה מדד הייתם בוחרים? מדוע?
- דוגמה נוספת למצב שיכול להעמיק את הדיון בנוגע לחשיבה על מרכז ובחירת מדד מתאים מופיעה באיור 3. במצבים בהם הנתונים מתארים כמויות שלמות (כגון מספר נפשות במשפחה) ניתן להשוות למשל בין משמעותו של הממוצע (בעיקר אם איננו מספר שלם), ולבקש מהתלמידים לחשוב האם הוא מייצג היטב את כלל הנתונים (לעומת החציון למשל).



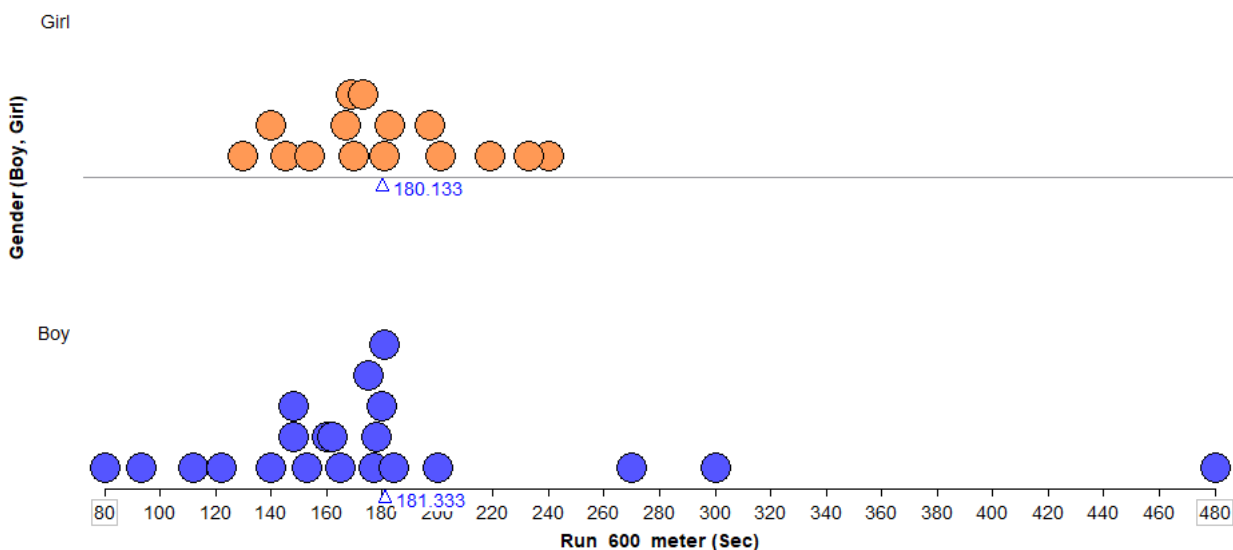
איור 2: גרף פיזור שמתאר את מספר דקות הקריאה ביום עבור תלמידי כיתות ב, ד, ו, ח. השכיח הוא 0 לעומת הממוצע (מסומן על ידי משולש כחול) הוא 35.2. ניתן לשאול במצב כזה מה לדעתם של התלמידים מייצג את כלל הנתונים, ולמשל האם השכיח מתאר היטב את כל יתר הנתונים?



איור 3: גרף המתאר מספר נפשות במשפחה. הממוצע (מסומן במשולש כחול) איננו מספר שלם, לעומת החציון (מסומן באדום - ערכו 5).

2. פיזור (Spread) – באופן דומה, ניתן לעודד תלמידים לחשוב על פיזור ההתפלגות בעזרת שאלות פתוחות כגון: מהו האופן שבו מפוזרים הערכים? מהו הטווח שהתקבל? עד כמה רחוקים הערכים מהמרכז? ולאחר מכן לעודד את התלמידים לבחון מה ערכים אילו מלמדים על ההתפלגות כולה.

למשל: לאחר מציאת טווח ההתפלגות, ניתן לשאול מה הטווח מלמד אותנו על כלל הערכים (טווח גדול – ישנו הבדל גדול בין חלק מהנתונים, טווח קטן – הערכים יחסית קרובים זה לזה) ומה ניתן לפיכך לומר על התכונה הנחקרת (למשל: מה זה אומר שבכיתה שלנו טווח הגבהים הוא גדול?). בנוסף, ניתן לעודד תלמידים לחשוב על המשמעות ההקשרית של הפיזור, כלומר מה פיזור גדול או קטן מלמד אותנו על התופעה הנחקרת, במיוחד על ידי השוואת התפלגויות (לכן יכול להתאים במיוחד לרמה 2 במעגל החקר השני). באיור 4 ניתן לראות דוגמה למצב שבו ממוצעי שתי קבוצות (זמני ריצה של בנים לעומת זמני ריצה של בנות) קרובים זה לזה אולם הנתונים מפוזרים באופן שונה. דוגמה שכזו יכולה להראות כיצד מדד המרכז מספק מידע חלקי על ההתפלגות (שכן ייתכנו מגוון התפלגויות שונות עם ממוצע דומה) ולעורר שיח על המשמעות של הפיזור, למשל: משמעות אפשרית לכך שהבנות "מקובצות" יותר יכולה להיות שבגיל הנבדק (כיתות ד-ו) הבנות יכולות לרוץ באופן די דומה, בעוד שהבנים שמתפתחים בקצב שונה בגיל הזה חלקם רצים טוב יותר וחלקם טוב פחות. משמעות אחרת יכולה להיות בחירת הילדים: אולי נבחרו במדגם רק בנות "בינוניות"?



איור 4: גרף המתאר את התפלגות זמני ריצת 600 מטר של תלמידי כיתות ד ו-ו. בחלקו העליון מופיעה התפלגות זמני הריצה של הבנות ובחלקו התחתון התפלגות זמני הריצה של הבנים. זמני הריצה של הבנות מפוזרים פחות מאשר זמני הריצה של הבנים.

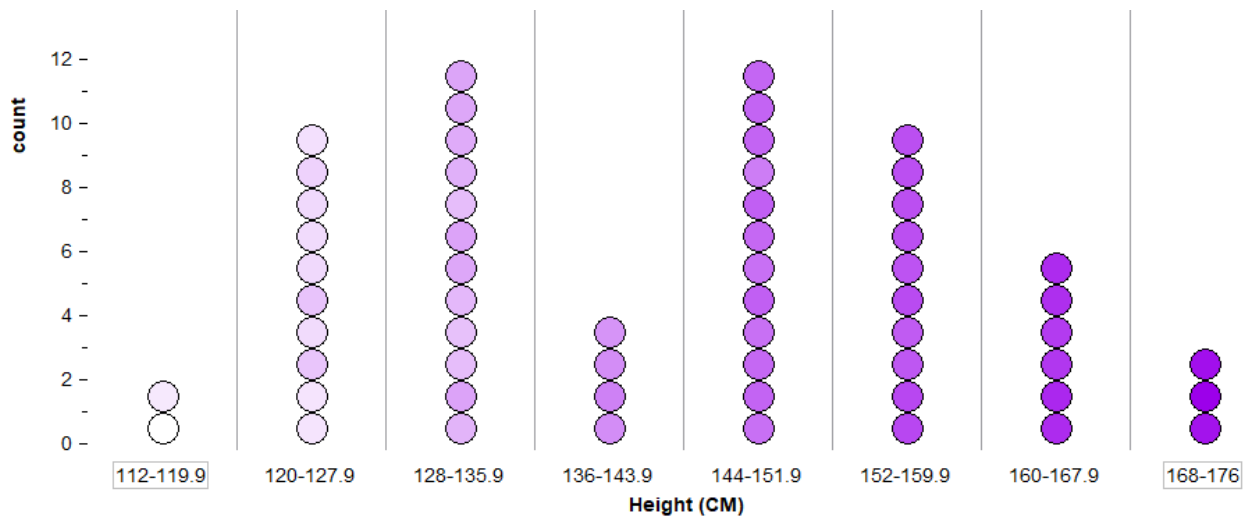
3. צפיפות (Density) – ניתן לעודד תלמידים לחשוב על צפיפות ההתפלגות בעזרת שאלות פתוחות

כגון: היכן הערכים צפופים יותר? היכן הערכים פחות צפופים? ולאחר מכן לעודד אותם לבחון כיצד תשובותיהם יכולות לתאר את ההתפלגות כולה, ואת התכונה הנחקרת. למשל, בגרף כגון זה המופיע באיור 2, ניתן לעודד תלמידים להסביר את הבדלי הצפיפות (ישנם ילדים רבים שלא קוראים כלל, או קוראים מעט מאד, ועבור משכי הקריאה הגדולים יותר יש פחות ילדים). בהתאם לרמת הכיתה ניתן לעודד תלמידים לקשר צפיפות גדולה לסיכוי גבוה (למשל, עוד בהקשר של איור

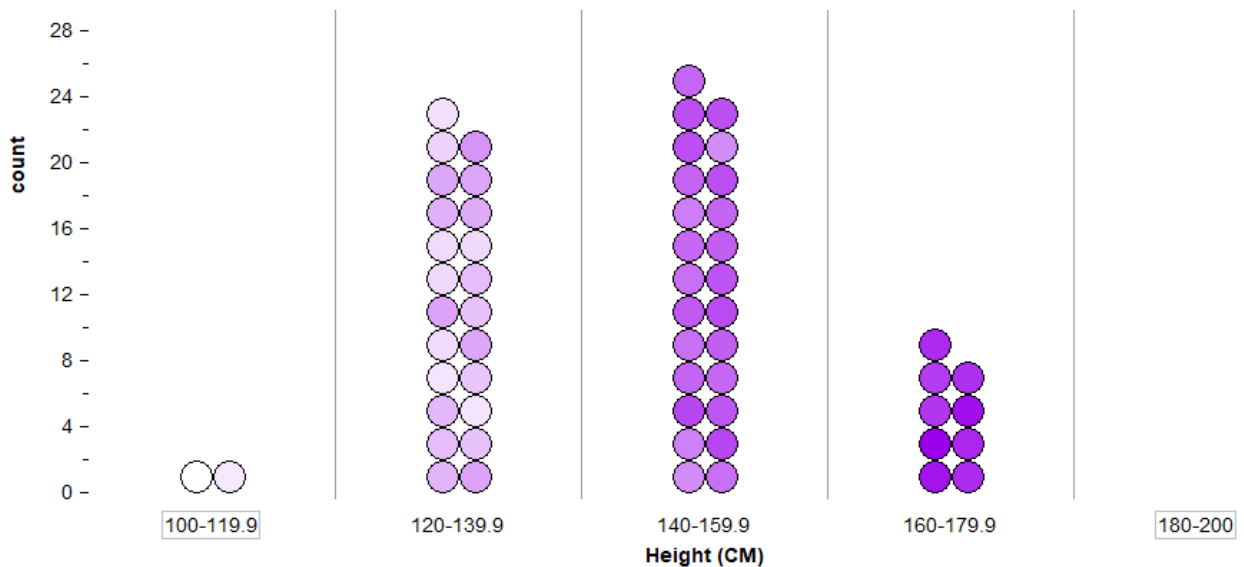
2, אם נפגוש ילד ונשאל אותו מה משך הקריאה היומי שלו, מה לדעתכם יהיה זמן הקריאה ששייב? לאילו זמנים יש סיכוי גבוה יותר ששייב? תוכלו לציין טווח של זמנים שיש לו סיכוי גבוה יותר?)

4. נטייה (Skewness) – ניתן לעודד תלמידים לחשוב על נטיית ההתפלגות בעזרת שאלות פתוחות כגון: האם ישנה נטייה לצד מסוים של מרבית הערכים? ולאחר מכן לעודד אותם לבחון כיצד תשובותיהם יכולות לתאר את ההתפלגות כולה, ואת התכונה הנחקרת. איור 2 יכול לשמש דוגמה לנטייה שמאלה, וניתן בעזרתו לעודד את הכיתה לתאר את המשמעות של נטייה זו (מרבית הילדים נוטים לקרוא פחות, ורק מעטים קוראים יותר ויותר).

עודדו את התלמידים לחשוב כיצד ייצוגים שונים שבנו תלמידים שונים מבליטים תכונות שונות של התפלגות הנתונים. למשל, שני גרפים מאותה משפחת גרפים (כגון עמודות כמו באיורים בהמשך) יכולים להציג התפלגות בעלת צורה שונה אם יעשה בכל אחד מהם שימוש בסקאלה שונה (במקרה של גרף עמודות למשל: אם העמודות בגרף אחד מייצגות טווח ערכים גדול יותר מאשר בגרף עמודות אחר, ייתכן שהצורה שנקבל תהיה שונה, כפי שניתן לראות בשני האיורים בהמשך). הבדלים אלו יכולים להיות בסיס לתיאורים שונים של התופעה הנחקרת, לחשוף מגמה שקיימת בנתונים או להסתיר אותה.



איור 5 גרף עמודות של גבהים של 59 תלמידי כיתות א-ח, עם עמודות המייצגות טווח קטן.



איור 6: גרף עמודות של אותם הגבהים, עם עמודות המייצגות טווח רחב יותר. הצורה המתקבלת דומה יותר לצורת פעמון מזו שהתקבלה באיור 5.

הערה: בהתאם לרמת הכיתה, ניתן לדון במושג עצמו (התפלגות היא דפוס הערכים של משתנה כלשהו, מהם ערכים אלו, ומהי השכיחות שלהם במדגם) ואפשר להימנע מכך ולדון רק ברשימת המאפיינים לעיל.

מהי מסקנה?

מומלץ לאפשר לתלמידים להציע את הגדרותיהם, ולדון לגביהן. שאלות מנחות מומלצות:

- מהו הקשר בין מסקנה ונתונים? (המסקנה צריכה להתבסס על הנתונים, אבל להכליל מעבר אליהם).
- על מי אנחנו מסיקים? (על אוכלוסייה גדולה יותר, לא רק על הילדים הספציפיים ששאלנו).
- מה יאפיין ניסוח של מסקנה (ניסוח כללי יחסית, אבל לא וודאי: בגלל שלא בדקנו את כל מי שאנחנו מסיקים לגביו לא נוכל להגיד בוודאות מוחלטת שכך מתנהגים כל הפריטים באוכלוסייה).

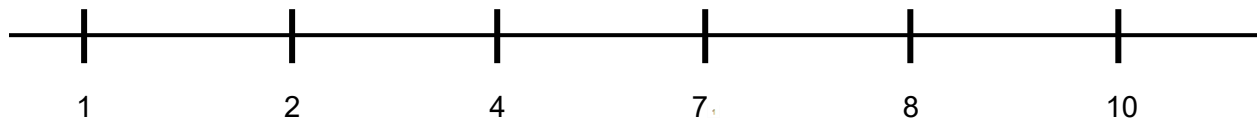
ד. קשיים נפוצים והצעות להתמודדות איתם:

המשימות חדשות בפעילות זו הן ארגון נתונים (בניית ייצוג, ולאחר מכן הצגתו לשאר או הבנה של ייצוג של אחרים) וניתוחם, ולכן אילו שני המקורות האפשריים לקשיים שמיוחדים לפעילות זו.

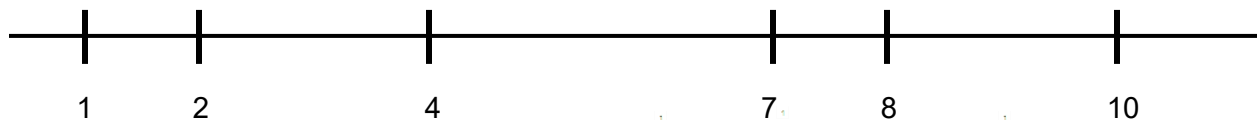
קושי בארגון נתונים - בניית ייצוג

קושי מרכזי בבניית ייצוג עבור התפלגות של משתנה רציף עשוי להיות קשור להחלטה לגבי סקאלות הייצוג והחלטה לגבי איזה נתונים יש לכלול בגרף: ישנם תלמידים אשר נוטים לבחור בסקאלות שאינן כוללות

ערכים מעבר לנתונים שאספו (בפרט: מציינים על גבי הסקלה את הערכים הרלוונטיים בלבד, ולא מייחסים משמעות למרווח בין הערכים הללו), בעוד שאחרים בוחרים בסקאלות הכוללות טווחים מעבר לנתונים אשר יכולים להתקיים (וכתוצאה מכך מתקבל מקבץ צפוף מדי של נתונים). בשני המקרים תלמידים עלולים שלא להקפיד על שמירה על קנה מידה אחיד שממחיש ויזואלית את הפער בין כל ערך רלוונטי לבא אחריו. למשל:



במקום:



חוסר אחידות זה מקשה עליהם לזהות התקבצויות נתונים לאורך הציר, או לנתח את הגרף באופן כללי.

במשתנים קטגוריאליים (כגון מגדר, חטיף מועדף וכו') וכמותיים (משך השימוש במחשב, גובה), קטגוריות או ערכים בעלי שכיחות השווה לאפס, מהווים אתגר נוסף בקרב תלמידים: פעמים רבות עלול תלמיד להאמין שאין צורך בציון הקטגוריה או הערך הנ"ל, או להרגיש לא בטוח היכן לכלול אותן (גם במקרה של תכונות כמותיות שנמצאות בתוך טווח הערכים, כגון 6 בדוגמה לעיל). חלק מהקשיים הללו נובעים מכך שתלמידים יוצרים את הסקאלות בזמן שהם מסמנים את הנתונים על הגרף (ולא לפני כן). לכן מומלץ להעיר את תשומת לבו של התלמיד לערך או הקטגוריה הנוספת, למשל על ידי שאלה מנחה כגון: "ואיפה בתרשים שלך אפשר לראות את...?" ו-"מדוע בחרת שלא להציג את המידע הזה?" בקשו מהלומדים לדמיין שמישהו חיצוני קורא את התרשים שלהם (מבלי שתהיה לו גישה לנתונים עצמם), ושאלו: "האם יהיה לו את כל המידע שיש לכם מהסתכלות בתרשים שיצרתם?" עודדו את יתר התלמידים לשקף קשיים בקריאת הייצוג ולהציע הצעות ייעול לתרשים.

קושי נוסף שקשור בארגון הנתונים - הצגת והבנת תרשימים:

מקור נוסף לקושי בפעילות עלול לנבוע מההבדלים בין האופן שבו בחרו התלמידים לארגן את הנתונים (לדוגמה: בעוד שתלמיד אחד יציע גרף עוגה, תלמיד אחר יכול להציע שימוש בישר מספרים). יש ערך רב בהצגת מגוון ייצוגים, אולם יש להיערך לקושי שעלול להתעורר בקרב חלק מהתלמידים בשלב זה. יש לקושי זה שני מקורות עיקריים: קושי בהצגת התרשים שבנו, וקושי בהבנת תרשים של מציגים אחרים.

• הצגת תרשימים:

היכולת להסביר תרשים היא מיומנות מורכבת, גם אם התלמיד לקח חלק בבנייתו. המקור לקושי עלול להיות יכולותיו המילוליות הכלליות של התלמיד, חוסר בטחון בדיבור בפני יתר הכיתה, וחשש מפני ביקורת. ואולם – היכולת להציג בפני אחרים היא מיומנות חשובה באופן כללי ומומלץ להיעזר בפעילות כדוגמת זו כדי לעודד את פיתוחה. בפרט, ניתן להציע שאלות מנחות קבועות שיהוו בסיס להצגה של כל תרשים (כמו גם פענוח של תרשים חדש):

- אילו רכיבים כולל התרשים?

- מה מייצג כל רכיב בתרשים?

- מדוע בחרתי להציג את המידע כך?

- מה נוח לקריאה בתרשים שלי? מה פחות נוח?

חשוב במיוחד שלא להביע ביקורת כלפי ייצוגים לא סטנדרטיים, אלא לאפשר לתלמידים להעלות בעצמם מהם יתרונותיו וחסרונותיו של הייצוג. באופן זה, ניתן יהיה לעודד את התלמידים לגלות בעצמם מדוע ייצוגים סטנדרטיים נפוצים יותר – בדרך כלל משום שהם נוחים יותר ומתאימים יותר להצגת מידע. תוך שכן, התלמידים גם לומדים מדוע אין ייצוג סטנדרטי יחיד: לכל ייצוג יש יתרונות וחסרונות, ולא כל ייצוג מתאים לכל מטרה.

• הבנת תרשימים של תלמידים אחרים:

במקרים רבים עלול להיווצר לתלמיד קושי בהבנת תרשים שלא היה לו חלק ישיר בבנייתו (כולל תרשימים סטנדרטיים כגון טבלה, מפה, גרף ועוד). מומלץ לעודד את התלמידים להיעזר באותן שאלות מנחות שפירטנו לעיל בכל עת שעליהם לפרש תרשים חדש. בנוסף, ניתן להדגים קריאה של נתון מהתרשים, ותוך כדי ההדגמה להדגיש במיוחד:

- הפרידו בין סוגי המידע השונים (למשל: בין סוג התכונה ובין הערך, או בין התכונה ובין השכיחות)

- מהו המידע שאתם קוראים (למשל: ערך התכונה הוא...)

- כיצד כל מידע מוצג (למשל: כאן בחרו להציג את התכונה ___ לפי המספר שכרטיסיה זו מופיעה מעליו)

לאחר ההדגמה מומלץ לסכם (בעזרת שתי השאלות המנחות הראשונות):

- אילו רכיבים כולל התרשים? (למשל: כרטיסיות וציר מספרים)

- מה מייצג כל רכיב בתרשים? (למשל: כל כרטיסיה מייצגת ילד, ציר המספרים מייצג ערכים אפשריים של התכונה הנחקרת והמיקום של הכרטיסיה מעל מספר מסוים מייצג את ערך התכונה של הילד שזו הכרטיסיה שלו)

קושי בניתוח הנתונים וחשיבה על התפלגות - הסתכלות נקודתית

זכרו כי חשיבה סטטיסטית מתפתחת מהסתכלות חלקית ונקודתית (לעיתים אף לא רלוונטית ושגויה) (הסתכלות לוקלית על נתונים) על נתונים לעבר הסתכלות על התמונה הכוללת הנובעת מהם ומשמעויותיה (הסתכלות גלובלית) (Ben-Zvi & Arcavi, 2001). לפיכך, סביר לצפות כי חלק מהתלמידים יתקשו בהתנסויות ראשונות לראות את הנתונים כמכלול. על מנת לעודד את התלמידים להתחיל לפתח גם הסתכלות כללית יותר, מעבר לשאלות שפירטנו בהצעה לדיון לעיל לפיתוח חשיבה על התפלגות, אפשר להיעזר ב-4 ההיררכיות שהגדירו Konold ועמיתיו (2015) שהוזכרו במבוא, ועל בסיסן להציג לתלמידים שאלות מנחות כגון:

- התייחסות לנתונים כאל 'מצביעים' (Data as pointers) – מה הכרטיסייה הזו מייצגת?
 - הסתכלות על נתונים כעל 'ערך מקרה' (Case values) – האם יש נתון מסוים שנראה לכם מעניין במיוחד? מדוע?
 - הסתכלות על נתונים כעל 'מאפיינים' (Classifiers) – האם יש מקרה שמייצג את יתר המקרים? איזה מהנתונים אופייני לדעתכם? האם הוא מייצג את כל המקרים?
 - הסתכלות על הנתונים כמכלול (Aggregate) – מה אפשר לומר על כל הנתונים? מהי התמונה שיוצרים כל הנתונים יחד? מה המשמעות של התמונה הזו? האם יש נתונים חריגים? איזו תמונה מתקבלת אם נתעלם מהם?
- על אף שמדובר באופני הסתכלות על נתונים, אשר הולכים ונהיים מורכבים, Konold ועמיתיו (2015) אינם טוענים שיש לשים דגש על השימוש דווקא באופן ההסתכלות על הנתונים כמכלול. אלא להדגיש את הצורך בהסתכלות גמישה על נתונים, המאפשרת מעבר בין אופני ההסתכלות בהתאם לצורך ולמטרת הניתוח.

מעגל חקר שני

חלק זה כולל פעילות נוספת, שניתנת בשלוש גרסאות המתאימות לרמות שונות. דפי הפעילויות מופיעים קודם, ואחריהם הנחיות מפורטות בנוגע לפעילות (עם דגשים מתאימים לרמות השונות).

- דף פעילות לרמה 1 – חקירת תכונה
- דף פעילות לרמה 2 – השוואה בין קבוצות
- דף פעילות לרמה 3 – קשר בין שני משתנים
- הערות והארות בנוגע למעגל החקר השני

דף פעילות – חקירת תכונה



1. נסחו שאלת מחקר אחת שמעניין אתכם לחקור בהקשר של התכונות שבקובץ. התמקדו בתכונה אחת בלבד:



2. תארו את אוכלוסיית כל ילדי הכיתה שלכם בהקשר לשאלת המחקר שלכם.

הסבירו את התיאור שלכם.

3. ארגנו את נתוני התכונה שבחרתם על גבי פלקט. נסו לארגן את הנתונים בכמה אופנים. לאחר מכן ציירו כאן בדף שתי דרכים שבהן ארגנתם את הנתונים שהיו לכם נוחות במיוחד:

אופן ייצוג ראשון:

מדוע ייצוג זה נוח בעיניכם? הסבירו מה למדתם ממנו:

אופן ייצוג שני:

מדוע ייצוג זה נוח בעיניכם? הסבירו מה למדתם ממנו:



4. כתבו מספר מסקנות לגבי שאלת המחקר שניסחתם, המבוססות על ניתוח הנתונים:

5. האם המסקנות אליהן הגעתם בעקבות חקירת מדגם הנתונים מתאימות גם לקבוצת ילדים גדולה יותר, למשל כל הכיתה? הסבירו:

6. האם ההשערה ששיערתם בשאלה 2 לגבי ילדי הכיתה שלכם עדיין מתאימה, או שהייתם רוצים לשנות אותה? אם כן, מה הייתם רוצים לשנות? הסבירו את תשובתכם.

דף פעילות – השוואה בין קבוצות



1. נסחו שאלת מחקר אחת שמעניין אתכם לחקור בהקשר של התכונות שבקובץ. בחרו בשאלה שמשווה בין שתי קבוצות (למשל משווה בין בנים ובנות ביחס למשך צפייה בטלוויזיה):

2. תארו את אוכלוסיית כל ילדי הכיתה שלכם בהקשר לשאלת המחקר שלכם.

הסבירו את התיאור שלכם.



3. ארגנו את נתוני התכונה בה אתם מתמקדים על גבי פלקט. נסו לארגן את הנתונים בכמה אופנים. המציאו שיטות להשוואה בין ההתפלגויות השונות ונתחו את הנתונים. ציירו כאן בדף את אופן הייצוג וההשוואה הנוח ביותר עבורכם:



4. כתבו מספר מסקנות לגבי שאלת המחקר שניסחתם, המבוססות על ניתוח הנתונים:

5. האם המסקנות אליהן הגעתם בעקבות חקירת מדגם הנתונים מתאימות גם לקבוצת ילדים גדולה יותר, למשל כל הכיתה? הסבירו:

6. האם ההשערה ששיערתם בשאלה 2 לגבי ילדי הכיתה שלכם עדיין מתאימה, או שהייתם רוצים לשנות אותה? אם כן, מה הייתם רוצים לשנות? הסבירו את תשובתכם.

דף פעילות – קשר בין משתנים



1. נסחו שאלת מחקר אחת שמעניין אתכם לחקור בהקשר של התכונות שבקובץ. בחרו בשאלה שבודקת קשר בין שתי תכונות (למשל האם מי שצופה יותר שעות בטלוויזיה ביום, נפגש פחות פעמים בשבוע עם חברים?):

2. תארו את אוכלוסיית כל ילדי הכיתה שלכם בהקשר לשאלת המחקר שלכם.

הסבירו את התיאור שלכם.



3. ארגנו את נתוני התכונה בה אתם מתמקדים על גבי פלקט. נסו לארגן את הנתונים בכמה אופנים. המציאו שיטות לבדיקה האם ישנו קשר בין שתי התכונות שבחרתם, ונתחו את הנתונים. ציירו כאן בדף את אופן הייצוג ובדיקת הקשר הנוח ביותר עבורכם:



4. כתבו מספר מסקנות לגבי שאלת המחקר שניסחתם, המבוססות על ניתוח הנתונים:

5. האם המסקנות אליהן הגעתם בעקבות חקירת מדגם הנתונים מתאימות גם לקבוצת ילדים גדולה יותר, למשל כל הכיתה? הסבירו:

6. האם ההשערה ששיערתם בשאלה 2 לגבי ילדי הכיתה שלכם עדיין מתאימה, או שהייתם רוצים לשנות אותה? אם כן, מה הייתם רוצים לשנות? הסבירו את תשובתכם.

שאלון איסוף נתונים

במסגרת פעילות חקר נתונים, אנו מקיימים איסוף נתונים מילדי השכבה. בעזרת נתונים אלו אנו מבקשים ללמוד על נושאים שונים הקשורים לחיים של ילדים בבית הספר ומחוצה לו. עזרתך במילוי השאלון חשובה לנו. השאלון כתוב בלשון זכר, אך מופנה לבנים ולבנות כאחד. תודה!

א. שאלות כלליות

1. שם ושם משפחה: _____
2. האם אתה? בן בת
3. במשך כמה שעות השתמשת אתמול בטלפון נייד? _____ שעות.
4. במשך כמה שעות השתמשת אתמול במחשב? _____ שעות.
5. כמה שעות צפית אתמול בטלוויזיה? _____ שעות.

ג. פעילות פנאי

6. אילו הייתה לך שעה פנויה, איזו פעילות הכי היית רוצה לעשות? (בחר פעילות אחת בלבד).
 - משחקי מחשב, משחקים ב-iPod, ב-iPad או בטלפון החכם
 - קריאה (לא לשם לימודים)
 - צפייה בטלוויזיה או בסרטים
 - פעילות ספורטיבית
 - שיחות או מפגש עם חברים
 - נגינה או האזנה למוסיקה
 - שינה
 - אחר (פרט): _____
7. בכמה חוגים שונים אתה משתתף בשבוע? _____
8. כמה פעמים בשבוע אתה נפגש עם חברים מחוץ לשעות בית הספר? _____

תודה על מילוי השאלון!

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

הערות והארות למעגל החקר השני

א. מטרת הפעילות:

1. התנסות נוספת במעגל חקר
2. התנסות נוספת בהסקה ממדגם קטן (בגודל 8) על ילדי הכיתה
3. בניית מגוון ייצוגים
4. השוואת ייצוגים
5. פיתוח חשיבה על התפלגות

ב. הערה מקדימה:

נזכיר כי ההנחיות להעברת הפעילות מנוסחות עבור הקשר ספציפי (ילדים וטכנולוגיה) אולם דפי הפעילות בנויים כך שניתן להשתמש בהם גם עבור הקשרים אחרים. בחירת הקשר מתאים – כזה שיעניין את תלמידיכם וידרבן אותם לחקור היבטים שלו – חשובה מאד, ולכן המלצתנו היא לבחון האם קיים הקשר חלופי אשר, לאור ההכרות שלכם עם תלמידי כיתתכם, עשוי להיות מעניין במיוחד עבורם. בפרט, ניתן לרתום אירועים בית ספריים אמיתיים המתרחשים בבית הספר שלכם, כמצע מעניין לחקירה. למשל: אם בבית הספר נהוג לספק לתלמידים פעילויות העשרה כגון מופיעים, ניתן יהיה לחקור את העדפות תלמידי הכיתה; אם בבית הספר קיימת קפיטריה ניתן יהיה לחקור חטיפים מועדפים ומחירים מתאימים; אם בבית הספר קיימות מגבלות לגבי שימוש בטלפונים, ניתן יהיה לקשר לכך את הנושא של ילדים בטכנולוגיה ועוד.

ג. הצעה לאופן העברת הפעילות:

מומלץ להעביר את הפעילות במספר שלבים:

- 1: דיון כיתתי בו יוזכר ההקשר של החקירה ויוצג שאלון איסוף הנתונים
- 2: איסוף נתונים
- 3: דיון כיתתי בו יוצג המשימה וקובץ הנתונים
- 4: עבודה בזוגות עם דף הפעילות
- 5: דיון כיתתי מסכם בו יציגו התלמידים את עבודותיהם, שמטרתו השוואת ייצוגים.

שלב 1: תזכורת על ההקשר והצגת השאלון המורחב

הערה כללית: חשוב לפתוח כל חקירה בדיון בנוגע להקשר אותו נחקר. בפרט, חשוב לוודא שלתלמידים ישנו די ידע קודם בנושא, ולהציף דילמות ושאלות שמתקשרות אליו כדי להגדיל את המוטיבציה לחקירתו. ברצף הפעילויות באוגדן זה נמשיך לחקור את אותו ההקשר: ילדים וטכנולוגיה, אולם נאסוף הפעם יותר תכונות כך שניתן יהיה לחקור שאלות מחקר שונות. להלן המלצה להצגת המשימה החדשה:

- הזכירו את מעגל החקר הקודם: שאלנו כולנו את אותה שאלה בהקשר של 'ילדים וטכנולוגיה', כלומר התמקדנו בהיבט אחד של הנושא (שימוש בטלפון סלולרי). מומלץ להמשיך ולהיעזר באיור של מעגל החקר לאורך כל שלבי החקירה, ובמידת הצורך להצביע כל פעם על השלב במעגל שבו התלמידים נמצאים.
- אולם, הנושא עצמו רחב יותר: אולי ישנם ילדים שאין להם טלפון נייד משלהם, ולכן הם משתמשים בו פחות שעות ביום, אבל במקום נוהגים להשתמש הרבה שעות ביום במחשב או להעביר שעות רבות בצפייה בטלוויזיה?
- הטענה שבחנו מדברת לא רק על השימוש בטכנולוגיה, אלא חוששת ששימוש בטכנולוגיה בא על חשבון פעילויות אחרות, האם בכלל ישנה ירידה במספר הפעילויות? אולי אצלנו בכיתה תלמידים רבים הולכים להרבה חוגים בשבוע או מבליים הרבה זמן עם חברים?
- כדי לבחון שאלות נוספות לא מספיקים לנו הנתונים שאספנו! בחקירה הבאה נאסוף מגוון רחב יותר של תכונות מהתלמידים שנדגום, וכך תהיה לכל אחד מכם הזדמנות לחקור שאלה שמעניינת אותו בהקשר של 'ילדים וטכנולוגיה'

תכנון איסוף הנתונים:

מומלץ לשלב את הכיתה בניסוח שאלות סקר כדי לענות על שאלות שמעניינות אותם (ראו הרחבה בהערות והארות עבור פעילות 'שאלת שאלות'), ובאיסוף הנתונים עצמו. מצורף לדף הפעילות שאלון לדוגמה, שמותאם לנושא 'ילדים וטכנולוגיה'. לצורך פעילות זו, ובהתאם לרמת התלמידים, אנו ממליצים כי האוכלוסייה עליה ננסה להסיק היא שוב ילדי הכיתה, וגודל המדגם איתו נעבוד הוא 8. אנו ממליצים לבצע את תהליך הדגימה באותו האופן שדגמתם במעגל החקר הקודם, למשל לרשום שוב את שמות כל תלמידי הכיתה על כרטיסיות זהות, להכניס לשקית אטומה ולבחור באקראי 8 שמות. מומלץ לבצע בנוכחות ובהשתתפות התלמידים (למשל לקרוא כל פעם לילד אחר לבחור פתק).

שלב 2: איסוף נתונים

לאחר הגרלת שמות התלמידים בקשו מהם למלא את השאלון. מומלץ לשתף את התלמידים באיסוף הנתונים עצמו, למשל לצוות שניים-שלושה תלמידים לכל תלמיד ששמו הוגרל, אשר ישאלו אותו את שאלות הסקר ויתעדו את תשובותיו בכרטיסיה (כגון אילו המצורפות לדף הפעילות). הדגישו את החשיבות של תיעוד מדויק. לבסוף הציגו על הלוח את כל המידע שנאסף, למשל בעזרת איורים של כרטיסיות כגון אילו המצורפות לדף הפעילות, על מנת שיהיה נגיש לכלל התלמידים עבור השלב הבא בפעילות. הנחו כל קבוצה להכין לשימושה כרטיסיות עם הנתונים שנאספו.

שלב 3: הצגת המשימה

הציגו לתלמידים את דף הפעילות. השאלות המנחות בדף כוללות את המושגים שפגשנו במסגרת מעגל החקר הקודם. רצוי להתחיל בתזכורת קצרה בנוגע למושגים העיקריים בהם יתקלו בדף הפעילות: שאלת מחקר, השערה, מסקנה.

להלן המלצה לאופן ניהול דיון זה:

מהי שאלת מחקר?

הזכירו את ההשוואה שערכנו בין שאלה מעניינת, שאלת מחקר ושאלת סקר.

שאלה מעניינת	שאלת מחקר	שאלת סקר
(שאלה שלא ניתן לענות עליה בעזרת נתונים כגון: מהי ספורטיביות?)	(שאלה כללית יחסית אבל שניתן לענות עליה בעזרת נתונים כגון: בקרב תלמידי כיתה ה בבית ספרנו, מי רץ יותר מהר 600 מ', בנים או בנות?)	(שאלה ספציפית, מוגדרת היטב, אשר המענה עליה יספק לנו נתונים שניתן יהיה לחקור, כגון: מהו הזמן, בשניות, שבו השלמת את ריצת 600 מ' האחרונה?)

מהי השערה?

הזכירו:

- מה ההבדל בין השערה ובין עובדה? (עובדה היא משהו שכבר בדקו אותו והוא בוודאות נכון, לעומת זאת השערה היא משהו שאנחנו חושבים שיכול להיות נכון, אבל לא בדקנו אותו עדיין).
- על מה יכולה להתבסס השערה? (בעיקר על הידע הקודם שלנו. בפעילות הזו אנחנו חוקרים נושאים שאנחנו מכירים מהיום יום – אנחנו מכירים את עצמנו, את החברים שלנו, האחים שלנו, שכנים... אולי שמענו פעם את ההורים אומרים משהו בנוגע לנושא, אולי קראנו בספר וכו'. נשתמש במה שאנחנו מכירים כדי לנסח השערה, ולאחר מכן נוכל לבחון האם הנתונים שלנו מחזקים או מחלישים אותה).

מהי מסקנה?

הזכירו:

- מהו הקשר בין מסקנה ונתונים? (המסקנה צריכה להתבסס על הנתונים, אבל להכליל מעבר אליהם).
- על מי אנחנו מסיקים? (על אוכלוסייה גדולה יותר, לא רק על הילדים הספציפיים ששאלנו).
- מה יאפיין ניסוח של מסקנה (ניסוח כללי יחסית, אבל לא וודאי: בגלל שלא בדקנו את כל מיש אנחנו מסיקים לגביו לא נוכל להגיד בוודאות מוחלטת שכך מתנהגים כל הפריטים באוכלוסייה).

הצגת אוסף הנתונים:

כאמור, את אוסף הנתונים ניתן לתת לתלמידים כטבלה, אולם אנו ממליצים כי במסגרת פעילות זו עדיין יינתנו הנתונים בצורה של כרטיסיה.³ מאחר שבמעגל חקר זה כמות התכונות גדולה יותר מהתכונה היחידה שחקרנו במעגל החקר הראשון, רצוי לוודא שברור לתלמידים מה מייצגת כל כרטיסיה - כל כרטיסיה מייצגת מקרה (case): במקרה שלנו מדובר על ילד אחד (מילדי הכיתה למשל) - ומה הכוונה בניסוח המקוצר של שם התכונה שמופיעה בה. בהנחה שתלמידי הכיתה לקחו חלק פעיל באיסוף הנתונים מומלץ להזכיר להם כיצד נמדדה כל תכונה (למשל: שימוש בנייד מתאר את משך הזמן שבו השתמש התלמיד הזה בטלפון הנייד אתמול, ויחידת המידה שתיעדנו את הנתונים הללו היתה שעות).

	מגדר (בן/בת):
	שימוש בנייד (שעות):
	שימוש במחשב (שעות):
	צפייה בטלוויזיה (שעות):
	פעילות פנאי מועדפת:
	מספר חוגים בשבוע:
	פגישה עם חברים בשבוע:

שלב 4: עבודה בזוגות (חקירת הנתונים, יצירת מגוון ייצוגים והסקה)

במהלך העבודה בזוגות השתדלו להימנע מלכוון את התלמידים לבניית ייצוג מסוים. להיפך: מטרת הפעילות היא לעודד בנייה של מגוון ייצוגים וחשוב שלא להביע ביקורתיות או שיפוטיות כלפי ייצוג כלשהו בשלב זה. במסגרת הדיון המסכם נעודד את יתר הכיתה להציע אילו יתרונות וחסרונות הם מזהים עבור כל ייצוג, על מנת שיגלו בעצמם מתי ייצוג כלשהו נוח יותר או מתאים יותר. תוך כיד הפעילות הקפידו להסתובב בין התלמידים ובמידת הצורך עזרו להם להיזכר במושגים שהכרנו. מצד שני, השתדלו להימנע מ'לענות על שאלות', ונסו יותר להציע שאלות מנחות שיעודדו את התלמידים לענות בעצמם.

שלב 5: דיון מסכם (השוואת ייצוגים)

מומלץ לאפשר לתלמידים להציג את תוצרי העבודה שלהם בפני יתר תלמידי הכיתה. כדאי להשתמש בדיון כהזדמנות להדגמת והטמעת נורמות שנרצה שהתלמידים יאמצו בנוגע לניהול חקר והצגת תוצריו. בפרט, בקשו מהתלמידים להסביר על כל שלב בחקירה שלהם (ניתן להיעזר באיור של מעגל החקר שילווה כל הצגה, על הלוח או אחד הקירות בכיתה):

- מהי שאלת המחקר שלכם?
- מה הייתה השערתכם? כיצד ציירתם אותה?

³ ראה הערה בעמוד 7 בנוגע לשימוש בטבלאות בהוראת חקר נתונים

- באיזה אופן בחרתם לארגן את הנתונים? מדוע?
 - מה למדתם מהנתונים?
 - מהי מסקנתכם בנוגע לתכונה שחקרתם עבור תלמידי הכיתה כולה?
- בנוסף, מטרת הדיון המסכם היא להדגיש את הרעיון הסטטיסטי המרכזי של הפעילות, ורעיון זה שונה בשלוש הרמות (בהתאם לסוג שאלת המחקר שעודדנו את התלמידים לנסח):
- ברמה 1 – התפלגות (שאלה העוסקת בתכונה של משתנה יחיד)
- ברמה 2 – השוואת קבוצות (שאלה העוסקת בהשוואה של שתי קבוצות)
- ברמה 3 – קשר בין שני משתנים או שונות משותפת (שאלה העוסקת בשתי תכונות ובוחנת האם יש ביניהם קשר)
- להלן רקע על הרעיון הסטטיסטי המרכזי של כל פעילות ודגשים מתאימים להנחיית דיון שעודד חשיבה לגביו (בהתאם לרמת הפעילות):

עבור רמה 1 - פיתוח חשיבה על התפלגות וריבוי ייצוגים:

מומלץ גם במעגל חקר זה לרתום כל הצגת תוצרים של תלמידים לצורך פיתוח חשיבה על התפלגות. בפרט, ניתן להיעזר ברשימת תכונותיה הכוללניות של ההתפלגות שנסחו Bakker ו- Gravemeijer (2004), כבסיס לשאלות מנחות שנפנה לכל תלמיד שמציג (להרחבה נוספת, ראו 'הערות והארות לפעילות 3 ארגון נתונים והסקה מהם' שלב 3, תחת הכותרת 'פיתוח חשיבה על התפלגות'), למשל:

1. מרכז (Center) – היכן נמצאים מרבית הערכים בהתפלגות שקיבלת? מהו הערך שסביבו הם מפוזרים?
2. פיזור (Spread) – מהו האופן שבו מפוזרים הערכים? מהו הטווח שהתקבל? עד כמה רחוקים הערכים מהמרכז?
3. צפיפות (Density) – היכן הערכים צפופים יותר? היכן הערכים פחות צפופים?
4. נטיה (Skewness) – האם ישנה נטייה לצד מסוים של מרבית הערכים?

עודדו את התלמידים גם לחשוב כיצד ייצוגים שונים מבליטים אחרת תכונות שונות של התפלגות הנתונים. הערה: בהתאם לרמת הכיתה, ניתן לדון במושג עצמו (התפלגות היא דפוס הערכים של משתנה כלשהו, מהם ערכים אלו, ומהי השכיחות שלהם במדגם) ואפשר להימנע מכך ולדון רק ברשימת המאפיינים לעיל.

בנוסף, במהלך הצגת התוצרים הקפידו במיוחד שלא להביע בעצמכם ביקורת כלפי ייצוג מסוים, אלא עודדו את התלמידים להעריך כל ייצוג ולהשוות בינו ובין ייצוגים אחרים שהוצגו. ניתן לסכם על הלוח יחד עם התלמידים:

- במה דומה הייצוג החדש לאחרים?

- במה הוא שונה?
- מה היתרונות שלו? מהם חסרונותיו?
- באיזה ייצוג נוח יותר להציג את המידע הזה? מדוע?
- האם תמיד יהיה נוח להשתמש בייצוג זה?
- מהם מאפייני ההתפלגות בייצוג זה?

עבור רמה 2 – פיתוח חשיבה על השוואת קבוצות

המאפיין המיוחד של הפעילות עבור רמה זו הוא ההכוונה לעסוק בהשוואה בין קבוצות. התנסות בשאלות המכוונות להשוואת קבוצות (או השוואת התפלגויות) חשובה במיוחד משום ש:

- השוואת קבוצות היא צעד קדימה טבעי לאחר חקירת התפלגות של משתנה יחיד.
- השוואת קבוצות חשובה במיוחד כהכנה ללימודי המשך בתחום הסטטיסטיקה, משום שהיא רווחת מאד במגוון רחב של מחקר (למשל: בחינת תרופה חדשה על ידי השוואה בין קבוצת מטופלים שמקבלים את התרופה לעומת קבוצת בקרה).
- השוואת קבוצות מעלה את המוטיבציה ומעניינת יותר מאשר השוואה של קבוצה אחת. (Watson & Moritz, 1999; Garfield & Ben-Zvi, 2008)
- ככלי פדגוגי, השוואת קבוצות תורמת לפיתוח תפיסות ואינטואיציות סטטיסטיות משום שהיא מעודדת תלמידים לעשות שימוש מתקדם יותר במגוון רעיונות כגון טווח, מרכז, פיזור וכו' (Garfield & Ben-Zvi, 2008).

דגשים חשובים להנחיית תלמידים בנוגע להשוואת קבוצות:

1. עודדו את התלמידים להציע באופן חופשי דרכי השוואה מגוונות. במסגרת הצגתם בקשו מהם להסביר את האופן שבו השוו, ועודדו אותם להמחיש זאת גרפית (למשל: אם התלמיד מציע להשוות בין המרכז של כל התפלגות בקשו שיציין את המרכז שהוא משווה, אם התלמיד משווה בין צורות ההתפלגויות עודדו אותו לצייר קו שתוחם כל התפלגות ומראה את צורתו וכו').
2. לפי הדרך שבה יבחרו חברי כל קבוצה להשוות, נסו לעודד אותם לשקול מאפיינים נוספים של ההתפלגויות (ראו הרחבה בנוגע למאפייני ההתפלגות בתת הסעיף הקודם) שהם לא התייחסו אליהם (למשל: אם תלמידים משווים רק קצה אחד של הטווח שמתקבל - עודדו אותם להתייחס גם לקצה האחר, או אם התלמידים מתייחסים רק למרכז ההתפלגויות ומיקומו - עודדו אותם להתייחס גם לפיזור או לצורה).
3. השתדלו לשתף את יתר התלמידים בהצעת אופני השוואה נוספים אחרי שכל מציג יסיים את הצגתו. דונו בכך שהאופן שבו בחרו להציג את הנתונים מזמן יותר השוואה של מדדים מסוימים (ואולי מאפשר פחות השוואה של אחרים).

עבור רמה 3 – פיתוח חשיבה על קשר בין משתנים

המאפיין המיוחד של הפעילות עבור רמה זו הוא ההכוונה לחקור קשר בין שני משתנים. התנסות זו נועדה לעודד חשיבה בנוגע לשונות משותפת. שונות משותפת סטטיסטית מתייחסת לאופן שבו שני משתנים כמותיים משתנים זה ביחס לזה, כלומר, לקשר בין משתנים כמותיים (Moritz, 2004). קשרים בין שני משתנים מאופיינים על ידי השונות של כל אחד מהם, התבנית של הקשר, צורתו, וקיומה, כיוונה וחוזקה של מגמה (Watkins et al. 2004).

היו ערוכים למגוון פרשנויות ראשוניות והשתדלו להימנע מלשלוף אותן. בנוסף, נרצה לעודד את התלמידים להציע דרכים משלהם לבחון האם קיים קשר בין שני משתנים, ולא בהכרח לכוון אותם לדרך סטנדרטית (כגון קו מגמה). ניתן להיעזר בארבע הרמות שהגדיר Moritz (2004) כדי להבין היכן נמצא התלמיד, ולסייע לו להרחיב מעט את תפיסתו:

1. לא סטטיסטי – התייחסות להקשר או למקרים מועטים (כגון חריגים או ערכי קיצון) מבלי להתייחס לשונות המשותפת.
 2. אספקט יחיד – התייחסות למקרה ספציפי (השוואה נקודתית) או התייחסות למשתנה יחיד.
 3. שונות משותפת לא מתאימה – התייחסות לשני המשתנים, השוואת שני מקרים או יותר אולם ללא הכללה לכלל הנתונים או לאוכלוסייה. או שאין התייחסות להתאמה בין המשתנים, או שההתאמה ביניהם מתוארת באופן לא מתאים (זיהוי קשר חיובי במקום קשר שלילי).
 4. שונות משותפת מתאימה – התייחסות נכונה לכל אחד מהמשתנים והתאמה ביניהם.
- ההיררכיות הללו משקפות את האתגרים שלומדים חווים בעת שיקולי דעת על קשר בין משתנים. תלמידים נוטים להתמקד במקרים מבודדים ולא על אוסף כלל הנתונים; על משתנה יחיד ולא על שני הנתונים יחד; מצפים להתאמה מושלמת בין שני המשתנים ללא מקרים יוצאים מן הכלל; מזהים קשר בין שני המשתנים רק אם הוא חיובי; לא מקבלים קשר שלילי בין שני המשתנים אם הוא בניגוד לציפייה שלהם; מתקשים להבחין בין התאמה שרירותית (מקרית) ובין התאמה מובנית; ומתקשים עם חשיבה על מגמה כללית (Moritz, 2004; Ben-Zvi & Arcavi, 2001; Batanero et al. 1997). עולם הקשר שהינו משמעותי לשיקולי דעת על היבטים אגרגטיביים של התפלגות (צורה, שונות וכדומה) יכול לעודד פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של שונות משותפת (למשל: Zieffler & Garfield, 2002; Moritz, 2004; Konold, 2002; Cobb et al. 2003).

דגשים חשובים להנחיית תלמידים בנוגע לחקירת קשר בין שני משתנים:

1. עודדו את התלמידים להציע באופן חופשי תיאורים מגוונים של הקשרים שהם חוקרים. במסגרת הצגתם בקשו מהם להסביר את האופן שבו תארו ובחנו את הקשר, ועודדו אותם להמחיש זאת גרפית (למשל: אם התלמיד מזהה מגמה - בקשו שיצייר אותה על גבי ייצוג הנתונים שבנה).

2. לפי הדרך שבה יבחרו חברי כל קבוצה לתאר את הקשר, נסו לעודד אותם לשקול מאפיינים נוספים שלו שהם לא התייחסו אליהם (למשל: אם תלמידים מתייחסים רק למשתנה יחיד, בקשו מהם להסביר כיצד, אם בכלל, זה מתקשר בעיניהם למה שהם רואים בנוגע למשתנה השני).
3. הדגישו במיוחד מאפיינים 'אגרטיביים' של הנתונים: מהי הצורה הכללית שמתקבלת? מהי משמעותה?
4. השתדלו לשתף את יתר התלמידים בהצעת תיאורים נוספים אחרי שכל מציג יסיים את הצגתו. דונו בכך שהאופן שבו בחרו להציג את הנתונים עלול לחשוף יותר או פחות קשר אפשרי בין שני המשתנים.
5. הזהירו: בהתאם לרמת הכיתה ניתן לדון בכך ששונות משותפת איננה מעידה בהכרח על קשר סיבתי (למשל: ייתכן שנוכל לזהות מגמה דומה לשני משתנים, אולם הדבר לא מעיד בהכרח שהאחד גורם לשני).

הערה: בהתאם לרמת הכיתה, ניתן לשלב גם שאלות בסוף ההצגה כדי לעודד דיון בנוגע לאי הוודאות שמאפיינת הסקה סטטיסטית:

- עד כמה אתם בטוחים בנכונות מסקנתכם?
- מה יכול לגרום לכם להרגיש בטוחים יותר בנכונות מסקנתכם?
- מה היה קורה אילו הייתם בודקים מדגם גדול יותר?
- אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים תופעה דומה, כיצד הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?
- ומה אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים התנהגות אחרת, כיצד אז הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?

ד. קשיים נפוצים והצעות להתמודדות איתם:

מאחר שהפעילות כוללת מעגל חקר שלם, הקשיים הנפוצים בפעילות דומים לאילו שהזכרנו בשלוש הפעילויות הראשונות. מאחר שזוהי ההתנסות השנייה של הלומדים, סביר שתלמידים שונים יחוו קשיים שונים וחלקם יציגו חשיבה בשלה יותר מאחרים. לכן, אלא אם יועלה על ידי התלמידים במסגרת הדיון הכיתתי, רצוי לנסות לזהות קשיים אישיים במסגרת הפעילות בקבוצות קטנות, ולהגיב אליהם עם שאלות מנחות מתאימות באופן יחידי. פירוט בנוגע לכלל הקשיים הללו ניתן למצוא בהערות והארות לפעילויות בחלק א, בפרט:

מיקום ההסבר המפורט והצעות להתמודדות	סוג הקושי
הערות והארות לפעילות 'שאלת שאלות'	ניסוח שאלת מחקר
הערות והארות לפעילות 'ארגון נתונים והסקה מהם'	הסתכלות נקודתית
הערות והארות לפעילות 'ארגון נתונים והסקה מהם'	בניית ייצוג
הערות והארות לפעילות 'ארגון נתונים והסקה מהם'	הצגת והבנת תרשימים

עבור רמות 2 ו-3, המשימה מצריכה חשיבה ברמה מורכבת יותר, וייתכן שמתוך שכך יעלו קשיים נוספים (ראו פירוט בנוגע להמלצתנו לדיון בנושאים השוואת קבוצות וקשר בין משתנים במסגרת שלב 5 לעיל). המלצתנו המרכזית היא לעודד תלמידים לבטא את תפיסותיהם – במילים, בציור – ולנסות לזהות את אופן ההסתכלות (או רמת ההסתכלות) של הלומד, ועל סמך הפירוט שהצענו לאתגר אותו בעזרת שאלות מנחות לשקול היבט נוסף. היו ערוכים לכך שהלמידים יציגו מגוון של תפיסות ראשוניות וחלקיות, השתדלו להימנע משלול אותן, ותחת זאת עודדו את התלמידים לחקור בעצמם ולאטגר את אופן הסתכלותם.

המלצה לפעילויות המשך

ניתן, ואף מומלץ, לערוך עם התלמידים מעגל חקר שלישי. בהתאם לרמת הכיתה, מעגל החקר יכול להתמקד בסוג אחר של שאלה (למשל השוואת קבוצות או קשר בין שני משתנים), או – במידה והכיתה בשלה לכך – יותר לעומק בנושא של מדגם ודגימה ואי וודאות סטטיסטית. ניתן להיעזר לשם כך בדפי הפעילות של מעגל החקר השני, ובמידת הצורך לבצע התאמות קטנות.

על מנת לעודד פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של מדגם ודגימה, וכאמור – רק עבור רמה מתקדמת יותר – ניתן להמשיך ולחקור את אותה שאלת המחקר שחקרו התלמידים במעגל החקר השני, אולם הפעם לאפשר להם לחקור מדגם נתונים גדול יותר, בהלימה עם גישת הגדלת מדגמים. הגישה מזמנת חקירת נתונים בהקשר של שאלת מחקר מסוימת, לאורך מדגמים אקראיים ההולכים וגדלים: לדוגמה: רבע מהילדים בכיתה (כ-8 נתונים), כל הכיתה (כ-30 ילדים), כל השכבה (כ-90 ילדים) ומספר שכבות, והסקה על אוכלוסייה גדולה יותר. לאחר כל שלב הסקת מסקנות הילדים ישאלו שאלות "מה אילו?":

- עד כמה אתם בטוחים בנכונות מסקנתכם?
- עד כמה המדגם שבידיכם מייצג את האוכלוסייה?
- מה יכול לגרום לכם להרגיש בטוחים יותר בנכונות מסקנתכם?
- מה היה קורה אילו הייתם בודקים מדגם גדול יותר?

- אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים תופעה דומה, כיצד הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?

- מה אילו במדגם גדול יותר הייתם רואים התנהגות אחרת, כיצד אז הייתה משתנה רמת הבטחון שלכם בנכונות מסקנתכם?

תהליך זה, וכן שאלות "מה אילו?" מעוררות חשיבה על האות המתגבש בנתונים, על הקשר של גודל המדגם להתגבשות האות ועל אי וודאות.

- לזיתן, ת', ורביב, א' (2017). [סטטיסטיקה תיאורית בגובה העיניים](#). הוצאת כותר ספרי עיון.
- סלומון, ג. (2000). טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע. חיפה: הוצאת אוניברסיטת חיפה וזמורת ביתן.
- Ainley J., Pratt, D., & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal*, 32(1), 23-38.
- Bakker, A., & Gravemeijer, K. P. E. (2004). Learning to reason about distributions. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 147–168). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Batanero, C., Estepa, A., & Godino, J. D. (1997). Evolution of students' understanding of statistical association in a computer based teaching environment. In J. B. Garfield and G. Burrill (Eds.), *Research on the role of technology in teaching and learning statistics* (pp. 191-205). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Ben-Zvi, D., & Arcavi, A. (2001). Developing experts' points of view on local-global approaches to data and data representations. *Bulletin of the ISI 53rd Session Proceedings*, 2, 215–217. Seoul, Republic of Korea.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (Eds.) (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of*

- Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 3-15). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers/Springer.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Springer.
- Ben-Zvi, D., & Gil, E. (2010). The role of context in the development of students' informal inferential reasoning. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society*. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS8, July, 2010), Ljubljana, Slovenia. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Ben-Zvi, D., Gil, E., & Apel, N. (2007). What is hidden beyond the data? Helping young students to reason and argue about some wider universe. In D. Pratt & J. Ainley (Eds.), *Reasoning about Informal Inferential Statistical Reasoning: A collection of current research studies*. Proceedings of the Fifth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy (SRTL-5), University of Warwick, UK, August, 2007.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in education research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Confrey, J., & Smith, E. (1994). Exponential Functions, Rates of Change, and the Multiplicative Unit. In P. Cobb (ed.), *Learning Mathematics*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 31-60.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing Graph Comprehension in grades k-8*. Reston, VA: National council of Teachers of Mathematics.

- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2005). A framework for teaching and assessing reasoning about variability. *Statistics Education Research Journal*, 4(1), 92-99.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Springer.
- Garfield, J., delMas, R., & Chance, B. (2003). *Web-based assessment resource tools for improving statistical thinking*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago.
- Konold, C. (2002). Teaching Concepts Rather Than Conventions. *New England Journal of Mathematics*, 34(2), 69-81.
- Konold, C., & Higgins, T. L. (2003). Reasoning about data. In J. Kilpatrick, W. G. Martin & D. Schifter (Eds.), *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics*, (pp.193-215). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Konold, C., Higgins, T., Russell, S. J., & Khalil, K. (2015), Data seen through different lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305-325.
- Konold, C., & Pollatsek, A. (2002). Data analysis as the search for signals in noisy processes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(4), 259-289.
- Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105.
- Mokros, J., & Russell, S. J. (1995). Children's concepts of average and representativeness. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(1), 20-39.

- Monteiro, C., & Ainley, J. (2003). Developing Critical Sense in Graphing. *Proceedings of III Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Available at <http://fibonacci.dm.unipi.it/~didattica/CERME3>.
- Moore, D. S. (1998). Statistics among the Liberal Arts. *Journal of the American Statistical Association*, 93, 444, 1253-1259.
- Moore, D.S. (2004). *The basic practice of statistics* (3rd edition). New York: W.H. Freeman.
- Moore, D. S. (2007). *Introduction to the Practice of Statistics*. (6th edition) New York, NY: W.H. Freeman. 709 pages.
- Moritz, J. (2004). Reasoning about covariation. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 227–256). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Pfannkuch, M., Rubick, A., & Yoon, C. (2002). Statistical thinking: An exploration into students' variation-type thinking. *New England Mathematics Journal*, 34(2), 82-98.
- Reading, C., Shaughnessy, M. (2004). Reasoning about variation. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 201-226). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Rubin, A., Hammerman, J. K. L., & Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Brazil.

- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102-119.
- Siegel, A. F., & Morgan, C. J. (1996). *Statistics and Data Analysis - An Introduction* (2nd Ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Shaughnessy, J. M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. In F. K. Lester (Ed.), *The second handbook of research on mathematics* (pp. 957-1010). Information Age Pub Inc.
- Shaughnessy, J. M., Garfield, J., & Greer, B. (1996). Data handling. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education*, 1, pp. 205-237. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Tukey, J. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Watkins, A. E., Scheaffer, R. L., & Cobb, G. W. (2004). *Statistics in action: Understanding a world of data*. Emeryville, CA: Key Curriculum Press.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67, 223-265.
- Wild, C. J., Pfannkuch, M., Regan, M., & Horton, N. (2011). Towards more accessible conceptions of statistical inference. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*. www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php [© 2010 ISI/IASE]
- Zieffler, S. A., & Garfield, J. (2009). Modelling the growth of students' covariational reasoning during an introductory statistical course. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 7-31.

נספח - רעיונות סטטיסטיים מרכזיים באוגדן

במסגרת אוגדן זה, נתמקד בחשיבה עם (או הפעלת שיקולי דעת בנוגע ל) מספר רעיונות סטטיסטיים מרכזיים: נתונים, התפלגות, מרכז, שונות ושונות משותפת. פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של שניים מתוכם (התפלגות ושונות משותפת) יהיה מוקד מפורש במסגרת הפעילויות, אולם פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של נתונים, מרכז ושונות הם אבני יסוד בחשיבה סטטיסטית, ולכן תהווה חלק בלתי נפרד מכל פעילות (גם אם לא יוגדרו כמטרה מפורשת). בחלק זה נרחיב מעט בנוגע לכל מושג ונאפיין את הקשיים הנפוצים שתלמידים עלולים לחוות בחשיבה עם מושג זה.

נתונים

סטטיסטיקה הינה מדע העוסק באיסוף, ארגון, ופרשנות של עובדות, המכונות נתונים. מטרת הסטטיסטיקה היא לפתח הבנות מנתונים. נתונים הינם מספרים בעלי הקשר. ההקשר הופך את הנתונים לבעלי משמעות. עריכת חישובים כמו חישוב ממוצע הנתונים, הינה פעולה אריתמטית ולא פעולה סטטיסטית. כאשר פעולה זו מלווה בחשיבה על משמעות החישובים, על עולם ההקשר ועל הסקת מסקנות הנוגעות להקשר הבעיה הנחקרת, הפעולה הופכת לסטטיסטית (Moore, 2007).

ניתן לחשוב על ניתוח נתונים כעל תהליך איטרטיבי בעל חמישה שלבים (ראו פרק 2, חשיבה סטטיסטית, מימד ראשון: מעגל החקירה הסטטיסטי, איור 1): **שאלת שאלה, תכנון המחקר, איסוף נתונים, ניתוח הנתונים והסקת מסקנות.** כל אחד מהשלבים הללו כרוך בחשיבה על נתונים.

חקירת נתונים מתחילה לרוב בשאלת שאלה על העולם האמיתי. על מנת ללמוד איך לשאול שאלות ולאסוף ולנתח נתונים אשר יענו על השאלה, על התלמידים ללמוד:

- לשאול שאלה שהינה מדויקת מספיק כך שניתן יהיה לאסוף נתונים רלוונטיים, אבל גם איך לשאול שאלה שאיננה טריוויאלית מידי. התמודדות התלמידים עם השאלות ששאלו מזמינה חידוד של השאלה בעזרת חשיבה על מגוון התשובות האפשריות ועל המשמעויות השונות שיכולות להיות לאותה השאלה.

- לראות את הנתונים שנאספו כנפרדים מהמאורע בעולם האמיתי בו הנתונים ניצפו, אבל גם לראות את הנתונים כנתונים בעלי הקשר. הפיכת התצפיות הללו לנתונים מורכבת שכן היא כרוכה בתהליך של פישוט והכללה.
 - לבחור ולהגדיר את האוכלוסייה עליה רוצים ללמוד. בחירה זו משמעותה בין היתר שיתכן ואיסוף נתונים מכלל האוכלוסייה יהיה בלתי אפשרי ועל כן יהיה צורך לדגום מדגם מייצג מהאוכלוסייה. הבנת הקשר בין מדגם ואוכלוסייה כרוכה בהבנה ש- X יכול לייצג את Y , בלי להיות Y . ההסכמה להסיק מסקנות ממדגם מעלה אתגר נוסף – בחירת שיטת הדגימה.
- נתונים הינם חסרי ערך לפני שהם מאורגנים בייצוג מתאים. אופן ארגון הנתונים, תלוי בשאלות המחקר עליהן נרצה לענות, ובמטרותינו. לכן, למעשה אין עדיפות לייצוג גרפי אחד (גרף פיזור, עמודות טבלה ועוד) על פני השני, כל עוד הייצוג עונה על מטרות החוקרים ועל שאלותיהם.

קשיים נפוצים של תלמידים בנוגע לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של נתונים

נפרט מעט בנוגע לקשיים של תלמידים בנוגע לבניית ייצוג ולאחר מכן בנוגע לחשיבה והסתכלות על נתונים. קושי מרכזי ביצירת ייצוג קשור להחלטה לגבי סקאלות הייצוג הגרפי והחלטה לגבי איזה נתונים יש לכלול בגרף: ישנם תלמידים אשר נוטים לבחור בסקאלות שאינן כוללות ערכים מעבר לנתונים שאספו, אחרים יבחרו בסקאלות הכוללות טווחים מעבר לנתונים אשר יכולים להתקיים. בשני המקרים תלמידים לא מקפידים לשמור על קנה מידה שווה לאורך הצירים, דבר המקשה עליהם לזהות התקבצויות נתונים לאורך הציר, או לנתח את הגרף באופן כללי. במשתנים קטגוריאליים וכמותיים, קטגוריות או ערכים בעלות שכיחות השווה לאפס, מהווים אתגר נוסף בקרב תלמידים. שכן הם טוענים לעיתים שהם לא צריכים לכלול קטגוריות וערכים אלו בייצוג הגרפי, או לא בטוחים היכן לכלול אותן במקרה של תכונות כמותיות. חלק מהקשיים הללו נובעים מכך שתלמידים יוצרים את הסקאלות בזמן שהם מסמנים את הנתונים על הגרף. הדבר מקשה עליהם להבדיל בין המספרים לאורך הסקלה וערכי הנתונים עצמם. בנוסף, תלמידים מונעים לעיתים ממוסכמות או אמונות שלמדו לגבי יצירת גרפים באופן כללי, ופחות מהמידע שהם רוצים להשיג במהלך חקר הנתונים.

מעבר לאתגר של בניית ייצוג, חקירת הנתונים שמוצגים בו עלולה גם היא להיות משימה מאתגרת ותלמידים שונים עלולים להציג רמות חשיבה והבנה שונות. פעילויות הניתוח, ההשוואה וההסקה של הנתונים הינן חלק מתהליך חקר הנתונים. מדרג של אופני ניתוח הנתונים מוגדר על ידי Shaughnessy ועמיתיו (1996) מתוך היבטים שונים וברמות שונות:

- "הסתכלות בנתונים" (Looking at the data) מאופיינת בקריאה מילולית של נתונים מגרף, רשימה, או טבלה, ללא מתן פרשנות כוללת.
- "הסתכלות בין הנתונים" (Looking between the data) מאופיינת במתן פרשנות כוללת ואינטגרציה של נתונים, בהשוואת התפלגויות ועריכת חישובים סטטיסטיים מתאימים.
- "הסתכלות מעבר לנתונים" (Looking beyond the data) מאופיינת בניבוי והסקה מהנתונים לצורך יצירת הכללות המופיעות בצורה מפורשת או בלתי מפורשת בנתונים ובייצוגיהם (Curcio, 1989). היבט זה של ניתוח נתונים מצריך יכולות מתקדמות (כמו ניבוי, הסקה סטטיסטית וטיעון) (Monteiro & Ainley, 2003).
- "הסתכלות מאחורי הנתונים" (Looking behind the data) נובעת מהבנה מעמיקה של ההקשר, שממנו ולשמו נאספו הנתונים, וחקירת הנתונים בהתאם לכך נעשית לצורך הסקת מסקנות מבוססות נתונים והקשר, תחזיות וקבלת החלטות (Shaughnessy, Garfield, & Greer, 1996).

חשיבה סטטיסטית מתפתחת מהסתכלות חלקית ונקודתית (לעיתים אף לא רלוונטית ושגויה) (הסתכלות לוקלית על נתונים) על נתונים לעבר הסתכלות על התמונה הכוללת הנובעת מהם ומשמעויותיה (הסתכלות גלובלית) (Ben-Zvi & Arcavi, 2001). Konold ועמיתיו (2015) הגדירו היררכיה בת ארבע אופני הסתכלות על נתונים. אופני הסתכלות אלו מתווים את אופן ניסוח שאלות המחקר, בחירת הייצוג המתאים לנתונים ולסיטואציה, וניסוח הפרשנויות והמסקנות:

- התייחסות לנתונים כאל 'מצביעים' (Data as pointers) - ההתייחסות לנתונים היא כאל תזכורת למאורע גדול יותר ממנו הם באים, ללא התייחסות למגמות בקבוצות נתונים, שעשויות להצביע

על מאורע כללי אותו הם מייצגים. למשל, התייחסות לאירועים אשר קרו במהלך איסוף הנתונים, ואינם בהכרח נראים בנתונים.

- הסתכלות על נתונים כעל 'ערך מקרה' (Case values) – לקיחת המקרים הפרטיים כיחידה הבסיסית לצורך ניתוח, והתמקדות במאפייניהם. למשל, התמקדות בנתון מסוים וניסיון לזהותו בעולם ההקשר.

- הסתכלות על נתונים כעל 'מאפיינים' (Classifiers) – התייחסות למקרים בעלי ערכים זהים כאל יחידה ולמאפייניהם, למשל, שכיחות של מקרים בעלי תכונה מסוימת.

- הסתכלות על הנתונים כמכלול (Aggregate) – רמת ההסתכלות הגבוהה ביותר, לפי סולם זה: ראייה כוללת של קבוצת נתונים כישות אחידה בעלת תכונות המאפיינות את הקבוצה. תכונות אלו אינן נראות בקרב נתונים בודדים. למשל, זיהוי של מגמה בענן של נתונים, תוך התעלמות מרעש (Konold, Higgins, Russell, & Khalil, 2015).

על אף שמדובר באופני הסתכלות על נתונים, אשר הולכים ונהיים מורכבים, Konold ועמיתיו (2015) אינם טוענים שיש לשים דגש על השימוש דווקא באופן ההסתכלות על הנתונים כמכלול. אלא להדגיש את הצורך בהסתכלות גמישה על נתונים, המאפשרת מעבר בין אופני ההסתכלות בהתאם לצורך ולמטרת הניתוח. שלוש המסגרות התאורטיות שפורטו לעיל (Ben-Zvi & Arcavi, 2001; Konold et al., 2015;) (Shaughnessy et al., 1996), ישמשו אותנו בהמשך על מנת לאמוד את עומק החשיבה הסטטיסטית של התלמידים.

התפלגות

אחד מהרעיונות הגדולים בסטטיסטיקה הינו רעיון ההתפלגות. ניתן להגדיר התפלגות כדפוס הערכים של משתנה כלשהו, מהם ערכים אלו, ומהי השכיחות שלהם במדגם. בעולם ההסתברותי נוכל לומר שהתפלגות הינה אוסף הסיכויים של מאורעות בעלי ערכים מסוימים להתרחש, בתיאור של התנהגות של תופעה או תהליך בעלי היבטים אקראיים (Watkins, Scheaffer, & Cobb, 2004). ייצוגי התפלגות שונים (למשל, גרף עמודות, גרף פיזור) יכולים לחשוף "סיפורים שונים" על התופעה הנחקרת, ועל כן יש לבחור

אותם בהתאם למטרת המחקר ושאלותיו (Reading & Shaughnessy, 2004). כדי לחשוב על התפלגות יש להיפרד מהסתכלות על נתונים כערכים בודדים ולעבור לתפיסת ההתפלגות כיישות קונספטואלית. Bakker ו- Gravemeijer (2004) מתארים ארבעה היבטים שמאפיינים את ההתפלגות כיישות קונספטואלית. ההיבטים האלו מתוארים תוך התייחסות למונחים **באופן בלתי פורמלי** (ללא התייחסות להגדרה מתמטית פורמלית), בכדי להדגיש את האופן שבו על תלמידי בית ספר יסודי לחשוב עליהם, מתוך ההתנסות בפעילויות חקר נתונים.

1. מרכז (Center) – איזור בו ממוקמים מרבית הערכים בהתפלגות המשתנה הנחקר. מדד מרכז הינו ערך מספרי אשר סביבו מפוזרים מרבית ערכי ההתפלגות. מדדי המרכז (Average) הם למשל: ממוצע חשבוני (Mean), חציון (Median), שכיח (Mode) ועוד.

2. פיזור (Spread) – האופן שבו מפוזרים הערכים בהתפלגות הנתונים וקירבתם למרכז ההתפלגות, המשמש כעוגן. מדד פיזור הוא ערך מספרי אחד או יותר אשר מייצגים את פיזור התפלגות הנתונים. מדדי פיזור הם בין היתר, הטווח (Range), טווח בין רבעוני (Interquartile range), סטיית תקן (Standard deviation), ועוד.

3. צפיפות (Density) – האופן שבו ערכי המשתנה הנחקר מצטופפים לאורך ההתפלגות. מדד צפיפות הוא ערך מספרי אחד או יותר אשר מייצגים את צפיפות התפלגות הנתונים. מדדי הצפיפות הם למשל שכיחות יחסית, רוב, רבעונים.

4. נטיה (Skewness) – נטיית ההתפלגות לימין או לשמאל – מיקום מרבית הנתונים.

לטענת Bakker ו- Gravemeijer (2004) תלמידים נוטים לראות את הערכים כבודדים, ויכולים לעשות בהם שימוש כדי לחשב את ההיבטים הללו (למשל – לחשב ממוצע חשבוני או חציון), אולם לא בהכרח רואים בערך המחושב כמייצג משהו בנוגע להתפלגות כולה (למשל – לא חושבים על הממוצע החשבוני או החציון כמייצג אופייני של כלל הנתונים, ועל כן מתקשים להבחין באיזה מהמדדים רצוי לעשות שימוש כדי לתאר את מכלול הנתונים). בפועל, על מנת לחשוב על מדד כמייצג של ההתפלגות כולה, על התלמידים

לפתח הבנה בנוגע למושג ההתפלגות. הבנה מושגית זו כוללת התבוננות על מגוון ההיבטים הללו כמאפיינים של ההתפלגות באופן כללי, ולחשוב על הנתונים כמבנה מאורגן וישות קונספטואלית.

קשיים נפוצים של תלמידים בנוגע לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של התפלגות:

לרעיון התפלגות אם כן, מבנה מורכב, שבו יש לחשוב על המושגים מרכז, פיזור, צפיפות ונטיה, יתרה מזאת, התפלגות הינה חלק ממבנה מושגי רחב יותר, המכיל רעיונות כמו שונות ודגימה אשר הינם חלק מהרעיון של התפלגות. חשיבה בלתי פורמלית על רעיונות גדולים, כשרעיון ההתפלגות במרכז, מאפשרת הבנייה של יתר הרעיונות. אולם, אתגר מרכזי עבור לומדים צעירים הוא נטייתם להסתכל על נתונים באופן נקודתי, וקושי בחשיבה על מדדי המרכז כמייצגים של מרכז ההתפלגות. בכדי להתגבר על אתגרים אלו, על תלמידים צעירים ללמוד להסתכל על התפלגות כעל ישות אחידה בעלת מאפיינים של קבוצת הנתונים, דהיינו ללמוד להסתכל על התפלגות כמכלול (Bakker & Gravemeijer, 2004).

מרכז

הבנת רעיון המרכז חיונית לחשיבה על התפלגות נתונים. הבנה זו כרוכה בתפיסת מרכז ההתפלגות כדרך לייצג את התפלגות נתונים (Garfield & Ben-Zvi, 2008). כאמור, מרכז ההתפלגות הינו מיקום מרבית הערכים בהתפלגות המשתנה הנחקר והערך אשר סביבו הם מפוזרים (Bakker & Gravemeijer, 2004). מדדי המרכז (Average) משמשים לאיפיון מרכז ההתפלגות. בין מדדים אלו נוכל למצוא את הממוצע חשבוני (Mean), החציון (Median), מרכז הטווח (Mid range) השכיח (Mode) ועוד. המדדים נבדלים באופן שבו הם מייצגים את התפלגות הנתונים, במידת רגישותם לערכים קיצוניים ועוד. השכיח לדוגמה מייצג את הערך המופיע הכי הרבה במדגם הנתונים. הוא איננו מייצג את ההתפלגות כמכלול (כקבוצה בעלת מאפיינים השונים מאלו של הערכים הבודדים), בנוסף, השכיח איננו רגיש לערכים חריגים. הממוצע החשבוני לעומתו, מייצג את מרכז ההתפלגות אך רגיש לערכים קיצוניים. החציון אשר מתאר את אמצע קבוצת הנתונים כשהיא מסודרת בסדר עולה, מייצג את מרכז ההתפלגות, ואיננו רגיש לערכים חריגים. הבחירה בממד מרכז צריכה להיעשות אם כן על פי מטרת חקר הנתונים ובהתאם להתפלגות הנתונים.

קשיים נפוצים של תלמידים בנוגע לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של מרכז:

תלמידים צעירים לומדים ליישם את הפרוצדורות לחישוב מדדי המרכז. אולם, הם אינם חושבים על מדדים אלו כערכים אשר מייצגים את התפלגות הנתונים ומתארים אותה כמכלול, או יודעים בהכרח כיצד מדדים אלו מתקשרים להתפלגות הנתונים (Mokros & Russell, 1995). מחקר בקרב תלמידים צעירים (כיתות ד'-ח') מתאר חמש גישות לאופן התייחסות למוצע (Average) כמייצג של מרכז ההתפלגות:

1. התייחסות למוצע כאל שכיח – גישה זו שכיחה בקרב התלמידים הצעירים ביותר, אשר אינם רואים התפלגות נתונים כמכלול, אלא כערכים בודדים.
2. התייחסות למוצע כאלגוריתם – ללא חשיבה על משמעותו הרעיונית ועל הקשר שלו להתפלגות הנתונים.
3. התייחסות למוצע כאל ערך הגיוני - מרכז ההתפלגות אינו מדויק ונקבע על פי ההיגיון וההקשר.
4. התייחסות למוצע כאל אמצע ההתפלגות – מבטא למשל תוך שימוש בסימטריה של ההתפלגות.
5. התייחסות למוצע כאל נקודת איזון בין שני חלקי ההתפלגות.

בניית הבנה של רעיון המרכז סביב שלוש הגישות האחרונות שפורטו יכול להוביל להבנה מעמיקה יותר של ייצוגיות של התפלגות נתונים בעזרת מרכז ההתפלגות, ובהמשך גם לחשיבה מעמיקה על התפלגות נתונים כמכלול (Mokros & Russell, 1995).

שונות

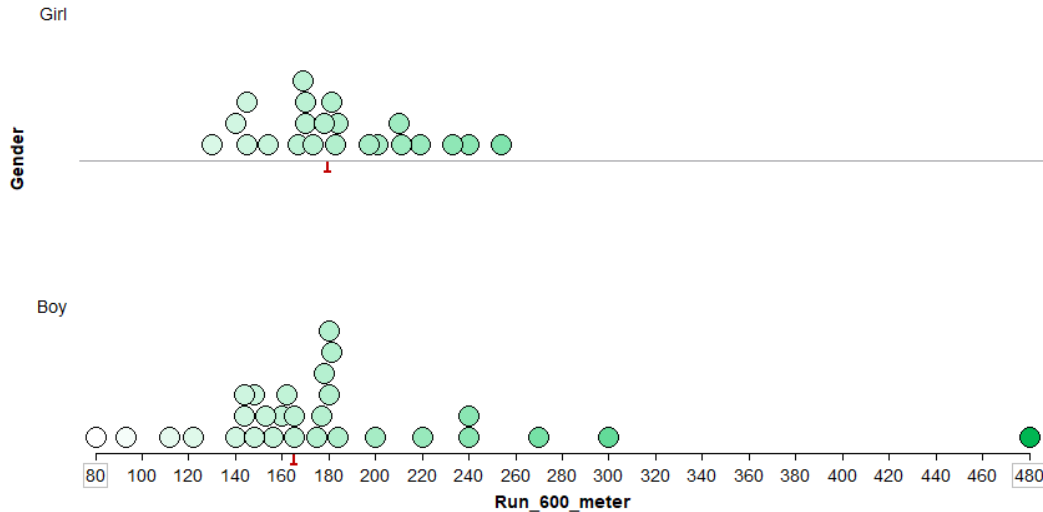
שונות הינה היכולת של משהו להשתנות (Reading & Shaughnessy, 2004). היא עומדת במרכזה של הסטטיסטיקה, נוכחת בנתונים, במדגמים ובהתפלגויות (Moore, 2004). חשיבה על נתונים כוללת חיפוש אחר ה"אותות" בשונות – התכונות היציבות במערכת משתנה, אשר נראים בעת הסתכלות על מכלול הנתונים. חשיבה על נתונים כוללת גם זיהוי של הגורמים השונים לשונות (Shaughnessy, 2007). ניתן לחשוב על גורמים אלו כרעש אשר מבטא את השונות סביב ה"אות" (Rubin, Hammerman, & Konold,)

2006). גורמים לשונות יכולים להיות שגיאות מדידה, שונות טבעית בנתונים, שונות בין מדגמים מדגמים מאותה האוכלוסייה (שונות דגימה) ועוד. מדדי פיזור כוללים למשל:

- טווח (Range) - המרחק בין הערך הגדול ביותר לבין הערך הקטן ביותר.
- טווח בין רבעוני (interquartile range – IQR) - בהתפלגות נתונים המסודרים על פי ערכם, כל רבעון כולל 25% מהנתונים. הטווח הבין רבעוני כולל את 50% הנתונים אשר ברבעונים השני והשלישי.
- סטיית תקן (Standard Deviation) - מידת פיזור נתונים סביב המרכז המיוצג על ידי הממוצע החשבוני.

קשיים נפוצים של תלמידים בנוגע לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של שונות:

חשיבה על שונות הינה מורכבת ומאתגרת שכן היא בעלת היבטים בלתי פורמליים ופורמליים. החל מההבנה שקיימת שונות בנתונים, ועד כימות השונות בעזרת מדדים פורמליים. ניכר כי תלמידים יכולים לבטא חשיבה בלתי פורמלית על שונות תוך התייחסות לפיזור הנתונים ולכך שנתונים שונים זה מזה. עם זאת, הם נוטים להתמקד בערכים החריגים ומתקשים למדוד את השונות ולפרש את מדדי הפיזור באופן שמבטא קשר בין מושגים סטטיסטיים שונים, לדוגמה, הסתכלות על מדדי השונות כמייצגים של פיזור של הנתונים סביב המרכז (Garfield & Ben-Zvi, 2008). בהקשר של השוואת קבוצות למשל, סביר שלומדים צעירים מעטים יעשו שימוש בשונות לצורך השוואה (גם כאשר מדדי המרכז קרובים זה לזה, כך שקשה להשוות רק בהסתמך עליהם, ראו איור מצורף).



איור 7: שתי התפלגויות - בנים ובנות - של זמני ריצת 600 מ' (בשניות), בעלות מרכז קרוב יחסית ושונות שונה.

על פי Garfield ו-Ben-Zvi (2005) הבנה מושגית של שונות כוללת פיתוח של:

- רעיונות אינטואיטיביים לגבי שונות:
 - לזהות ששונות נמצאת בכל מקום סביבנו (שונות טבעית).
 - מדידות חוזרות של אותה תכונה לרוב שונות זו מזו (שונות מדידה).
 - שונות קיימת הן במשתנים כמותיים והן בקטגוריאליים.
 - משתנים שונים יכולים להתאפיין במידה אחרת של שונות (משתנים מסוימים יהיו בעלי נתונים השונים מעט, ואחרים יהיו בעלי נתונים השונים יותר).
 - ניתן לנסות ולהסביר את הסיבות השונות והמקורות השונים לשונות.
 - שונות הינה תכונה כללית של אוסף נתונים, ומערבת חשיבה אגרגטיבית על נתונים.
- היכולת לתאר ולייצג שונות. לדוגמה, הבנת תפקידם של ייצוגים גרפיים שונים בחשיפה של היבטים שונים של שונות, ייצוג של מדדי פיזור ועוד.
- שימוש בשונות לשם השוואה בין קבוצות נתונים.
- זיהוי של שונות בהתפלגויות שונות. לדוגמה, זיהוי תפקיד השונות בהתפלגויות של משתנים מסוימים, ביחס לשונות המשותפת שלהם (קשר בין המשתנים).

- זיהוי של דפוסי שונות המודלי התאמה.
- שימוש בשונות לעריכת ניבויים לגבי מדגמים אקראיים, או לגבי האוכלוסייה.
- התייחסות לשונות כאל מרכיב בחשיבה הסטטיסטית.

קשרים בין משתנים – שונות משותפת

שונות משותפת סטטיסטית מתייחסת לאופן שבו שני משתנים כמותיים משתנים זה ביחס לזה. ניתן להתייחס לאופן זה כאל הקשר בין שני המשתנים הכמותיים (Moritz, 2004). קשרים בין שני משתנים מאופיינים על ידי השונות של כל אחד מהמשתנים; התבנית של הקשר בין המשתנים; צורת הקשר, קיומה, כיוונה וחוזקה של מגמה בקשר (Watkins et al. 2004).

חשיבה על שונות משותפת מיושמת במגוון רחב של מצבים ולצורך מטרות מגוונות (Schauble, 1996). בפרט, חשיבה על שונות משותפת יכולה להוות בסיס או אלטרנטיבה למושג פונקציה – התאמת התקדמות בערכים של אחד המשתנים עם התקדמות בערכים המתאימים של המשתנה השני. פיתוח של חשיבה בלתי פורמלית על שונות משותפת יכולה לסייע להבנה של קצב של שינוי, ואף של ייצוג אלגברי של פונקציה (Confrey & Smith, 1994).

קשיים נפוצים של תלמידים בנוגע לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של שונות משותפת:

Moritz (2004) זיהה ארבע רמות של פירוש גרפים בעת ניתוח קשרים בין שני משתנים:

1. לא סטטיסטי – התייחסות להקשר או למקרים מועטים (כגון חריגים או ערכי קיצון) מבלי להתייחס לשונות המשותפת.
2. אספקט יחיד – התייחסות למקרה ספציפי (השוואה נקודתית) או התייחסות למשתנה יחיד.
3. שונות משותפת לא מתאימה – התייחסות לשני המשתנים, השוואת שני מקרים או יותר אולם ללא הכללה לכלל הנתונים או לאוכלוסייה. או שאין התייחסות להתאמה בין המשתנים, או שההתאמה ביניהם מתוארת באופן לא מתאים (זיהוי קשר חיובי במקום קשר שלילי).

4. שונות משותפת מתאימה – התייחסות נכונה לכל אחד מהמשתנים והתאמה ביניהם.

ההיררכיות הללו משקפות את האתגרים שלומדים חווים בחשיבה עם שונות משותפת. תלמידים נוטים להתמקד במקרים מבודדים ולא על אוסף כלל הנתונים; על משתנה יחיד ולא על שני הנתונים יחד; מצפים להתאמה מושלמת בין שני המשתנים ללא מקרים יוצאים מן הכלל; מזהים קשר בין שני המשתנים רק אם הוא חיובי; לא מקבלים קשר שלילי בין שני המשתנים אם הוא בניגוד לציפייה שלהם; מתקשים להבחין בין התאמה שרירותית (מקרית) ובין התאמה מובנית; ומתקשים עם חשיבה על מגמה כללית (Batenero et al. 1997; Ben-Zvi and Arcavi 2001; Moritz 2004).

מספר מחקרים מציעים כי הקשר משמעותי לפיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של היבטים אגרטיביים (כוללניים) של התפלגות, כגון צורה או שונות, יכולים לעודד פיתוח שיקולי דעת בעת חקירה של שונות משותפת (למשל: Cobb et al. 2003; Konold, 2002; Moritz, 2004; Zieffler & Garfield, 2009). פעילויות האוגדן עבור רמה 3 מתוכננות על מנת לספק ללומדים ההתנסות כזו: במעגל החקר הראשון המיקוד יהיה בחשיבה על התפלגות של משתנה יחיד, ורק אחריה במעגל החקר השני יתנסו התלמידים בחקירת קשר בין שני משתנים.