

ביורפואה חישובית אלרגיה | מדריך למורה

הגנה מיותרת: אלרגיות מסכנות חיים למזון

מה ביחידה?

- הסיפור הנסתר מהעין: פעילות אנלוגית לשיטת הצברים
- שאלות נפוצות על אלרגיה: קטעי מידע בנושא אלרגיה
- אפידמיולוגיה של אלרגיה למזון בעולם
- תיאוריות על היווצרות אלרגיה
- הגורם הסביבתי: אלרגיות למזון בעולם
- מדע נתונים: עושים סדר במאגרי נתונים
- ניתוח הנתונים
- סיכום: תשובה מנומקת לשאלת החקר
- עם הפנים לקהילה: בני נוער ומשפחותיהם מספרים על החיים עם אלרגיה

למורה:

מהות הפעילות

בשנים האחרונות חלה עלייה במקרי האשפוז כתוצאה מתגובה אלרגית מסכנת חיים. יחד עם הניסיון להבין כיצד מתפתחת אלרגיה, מתפתחים טיפולים חדשניים המסייעים לסובלים מאלרגיה להקל על תגובת מערכת החיסון באמצעות חשיפה מבוקרת והדרגתית לאלרגן (גורם האלרגיה). עדיין, הבנת הגורמים לתופעה והדרכה נכונה של הורים ומטפלים בגיל הרך יכולות לסייע להפחית את שכיחות האלרגיות.

במהלך היחידה התלמידים לומדים מהי אלרגיה ואילו תיאוריות הועלו כהסברים אפשריים להתפתחות אלרגיה למזון. היחידה מתבססת על מאגר נתונים של מקרי אשפוז בארצות שונות ברחבי העולם כתוצאה מתגובה אלרגית מסכנת חיים למזון. התלמידים מתבקשים להעלות שאלות חקר כדי לבדוק קשרים אפשריים בין פרופיל האלרגיות למזון המאפיין כל מדינה לבין מאפיינים אחרים של המדינה. לדוגמה, חשיפה (או אי חשיפה) למגוון מזונות ייחודי או מיקום המדינות על פני כדור הארץ. כדי לענות על שאלת החקר התלמידים מתבקשים להשתמש בשיטה ליצירת צברי נתונים דומים מהמאגר.

ההיבט המתמטי במהלך היחידה:

בעידן המידע והטכנולוגיה נוצרו מאגרי נתונים המכילים כמות רבה מאוד של נתונים שקשה לאתר בהם מגמה כלשהי כדי להסיק מסקנה. מדע נתונים הוא תחום המאחד מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב, המפתח שיטות שונות להציג נתונים ממאגרים כאלה ולארגן אותם. אחת הדרכים המקובלות במדע נתונים היא לקבץ נתונים שיש ביניהם דמיון מסוים, וליצור צברי נתונים (clustering). במקרה של מאגר המידע על אלרגיות למזון, קיבוץ הנתונים לקבוצות דומות יכול להעיד על דמיון בין קבוצה של מדינות בהופעת אלרגיה מסוימת ועל הבדל בהופעתה ביניהן לבין מדינות אחרות. קשר כזה יכול לחזק את אחת התיאוריות המסבירות היווצרות של אלרגיות למזון, ולהוביל למסקנה או לטיפול מתאים.

נקודות חשובות:

1. היחידה מתחילה באנלוגיה שבה מתבקשים התלמידים לאסוף נתונים על שעות הפעילות היומיומיות של עצמם וליצור צברים בכיתה. מטרת האנלוגיה להכיר את העיקרון של שיטת הצברים במדע נתונים ולהתנסות בה על נתונים פשוטים.

2. התלמידים לומדים כיצד נעשה ארגון נתונים בשיטת הצברים בהדרגה: תחילה על מדגם קטן של נתונים באופן ידני (יש להצטייד בסרגל). לאחר מכן, כדי לענות על שאלת החקר שהם מעלים באמצעות נתונים ממספר מדינות מהמאגר, יש צורך להשתמש באלגוריתם ממוחשב. לשם כך יש לעבור לפעילות מקוונת.
3. הלמידה ההדרגתית של שיטת הצברים במדע נתונים מתרחשת ביחידה פעמיים: פעם אחת בתחילת היחידה, בפעילות האנלוגית. פעם שנייה בהמשך היחידה, כאשר מופעלת השיטה על מספר מדינות מצומצם מהמאגר. ייתכן שיהיו תלמידים שיכולים לדלג על ההדרגה בהמשך היחידה, ולהעלות שאלת חקר על מאגר הנתונים ולהפעיל מיד את האלגוריתם הממוחשב.
4. הפעלת שיטת הצברים היא הזדמנות לעסוק בהבדל בין קשר סיבתי לקשר נסיבתי. במהלך האנלוגיה שמבצעים התלמידים על עצמם קל להם להבין, שהדמיון בין נתוני התלמידים בצברים השונים שהתקבלו בכיתה מוביל לאיתור תופעות שקורות יחד (קשר נסיבתי, קורלציה), אך אין להסיק מהן שהאחת גורמת לשנייה (קשר סיבתי, קוזאליט). כדי לבדוק קשר סיבתי יש לנקוט בשיטת חקר אחרת המבוססת על בידוד משתנים. ביחידה יש שאלה המתייחסת לכך, ויכולה ליצור דיון מעניין עם התלמידים (ראו הסיפור הנסתר מן העין, סעיפים ב ו-ג בסוף הפעילות האנלוגית).
5. החקר מכוון להיות פתוח, כך שהתלמידים יכולים לבדוק באמצעות המאגר את השאלות שמעניינות אותם. עם זאת, בגלל מגבלות הקשורות למאגר הנתונים ולאגוריתם הממוחשב שבו ישתמשו, הם מתבקשים לבחור רק שני נתונים (שתי אלרגיות למזון) מכל מדינה.
6. הפעלת האלגוריתם אינה מספיקה כדי לענות על שאלת החקר של התלמידים. בדיוק כשם שבמהלך האנלוגיה מחיי היום-יום כל צבר תלמידים צריך לשוחח ולחקור את השותפים בו כדי למצוא גורם משותף נוסף, עליהם למצוא ברשת מידע רלבנטי נוסף על המדינות שבחרו להשוות.
7. קשה לצפות לכך שהחלוקה לצברים תוביל למסקנה חד משמעית, מפני שאלרגיה למזון היא תופעה מורכבת. בהחלט יכול להיות שהתלמידים ימצאו מכנה משותף לצברים רבים, אבל יתקבלו גם צברים שהמכנה המשותף הזה לא קיים בהם. למרות זאת, אפשר יהיה לקשר לתיאוריה מסוימת המסבירה את רוב הצברים, ולציין לאילו מדינות תיאוריה זאת אינה מתאימה. כאן יש הזדמנות להבין מהן מגבלות השיטה, ולהתייחס ליוצאים מן הכלל שמצאנו. ביחידה יש שאלה המכוונת אותם לחשוב על כך (ראו סיכום, סעיפים ד' ו-ה').
8. בסוף היחידה תוכלו למצוא פרק העוסק בהיבטים הקהילתיים והרגשיים. אפשר בהחלט להעביר חלק זה להתחלה, כדי ליצור חיבור רגשי טוב יותר של התלמידים לתהליך החקר שיבצעו במהלך היחידה. במקרה כזה היחידה תסתיים כשהתלמידים מנסחים תשובה מנומקת לשאלת החקר שלהם.

הגנה מיותרת: אלרגיות מסכנות חיים למזון

הסיפור הנסתר מן העין

למורה: פעילות זו אינה קשורה לאלרגיות. היא אנלוגיה שמטרתה לאפשר לתלמידים להבין את העיקרון של שיטת הצברים במדע נתונים על נתונים פשוטים. לאחר מכן, יישמו שיטה זו לצורך חקר נתוני אמת של אלרגיה במדינות שונות. כדי לצמצם הצפת בעיות חברתיות, אפשר לתת לתלמידים מראש נתונים מומצאים שאתם חיברתם. לאו דווקא בנוגע לשעות פעילות אלא כל נושא שעשוי לעניין את התלמידים. אתם יכולים לקבוע עם התלמידים את רשימת הפעילויות שאליהן יתייחסו. חשוב שהזמן יוגדר במספר שעות ליום. כמו כן, חשוב להעלות גם את השאלה אילו פעילויות כדאי לבחור: כאלו בהן אנחנו מראש דומים (כי יש לנו פחות שליטה בהם) כמו שהות בביה"ס או שינה, או כאלה בהן יש שונות גדולה יותר. רצוי כמובן שלא יתמקדו רק בסוג הראשון.

כיתה ט' יוצאת לטיול. התלמידים צריכים להתחלק לקבוצות, כך שבכל קבוצה יהיו התלמידים שהכי דומים זה לזה. לשם כך, המורה נתנה לתלמידים משימה לכתוב כמה שעות ביום הם מקדישים לפעילויות שונות.



לדוגמה:

למידה בבית ספר: 6 שעות כל יום

שיעורי בית ומטלות לימודיות: 21/4 שעות כל יום

תנועת נוער, חוגים: 33/4 שעות כל יום

פעילות עם המשפחה: 1 שעה כל יום

סדר וניקיון של החדר: 0.5 שעות כל יום

גלישה בנייד: ...

שינה: ...

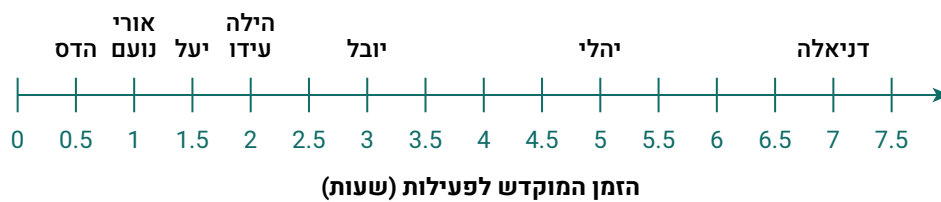
לאחר מכן התלמידים בחרו שתי פעילויות מהרשימה ורשמו את הנתונים שלהם בטבלה הבאה:

שם	מספר שעות לפעילות א	מספר שעות לפעילות ב

להדגמה של חלוקת הכיתה לקבוצות נשתמש בדוגמה:

שם	מספר שעות לפעילות א	מספר שעות לפעילות ב
יהלי	5	3
יובל	3	2
נועם	1	4
דניאלה	7	1
הדס	0.5	0.5
עידו	2	3
אורי	1	1
יעל	1.5	1
הילה	2	2.5

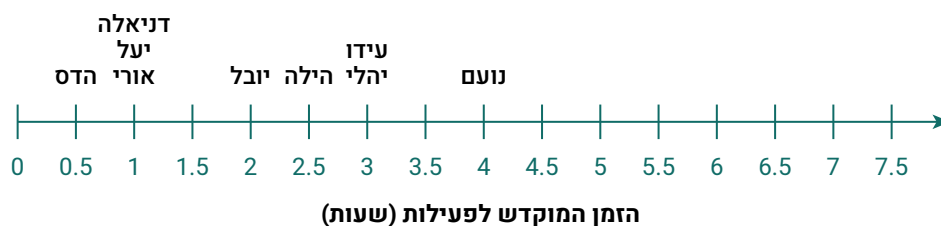
אחת האפשרויות למיין את חברי את הקבוצה לפי דמיון במספר השעות המוקדשות במשך היום לפעילות א בלבד, היא למצוא קרבה בין תשעת התלמידים על ידי המרחקים ביניהם על ציר המספרים:



נסדר את התלמידים בקבוצות על פי הקרבה ביניהם:

קבוצה 1: אורי, נועם והדס, קבוצה 2: הילה, עידו ויעל, קבוצה 3: דניאלה יהלי ויובל

עתה, נסדר אותם שוב על ציר המספרים על פי מספר השעות המוקדשות במשך היום לפעילות ב:



על פי המרחק בין התלמידים הקבוצות שהתקבלו עתה הן:

קבוצה 1: דניאלה, יעל, אורי והדס, קבוצה 2: עידו, יהלי, הילה ויובל, קבוצה 3: נועם

1. א. מהי הבעיה שנוצרה בסידור התלמידים בקבוצות על פי כל פעילות בנפרד?
סידור על פי כל פעילות בנפרד יוצר בכל פעם קבוצות תלמידים שונות. בדרך זאת קשה לדעת מהו הדמיון בין התלמידים בנוגע לשתי הפעילויות יחד ואיך לחלק אותם לקבוצות של תלמידים הדומים בחלוקת השעות לשתייהן.
- ב. הציעו דרך להתגבר על הבעיה ולחלק את הכיתה לקבוצות כך שבכל אחת יהיו תלמידים בעלי נתונים דומים ככל האפשר בעבור שתי הפעילויות.
תלמידים יכולים להעלות דרכים שונות לחלוקה. לדוגמה, שמי שקרוב גם בחלוקה האחת וגם בשנייה יהיה באותו צבר, וכל השאר, שדומים זה לזה רק בפעילות אחת ולא בשנייה יהיו בצבר משותף משלהם. חשוב לתמוך ברעיונות האלה, ולהציע דרך נוספת לחלוקה על פי שתי תכונות, שעליה הם עומדים ללמוד.

יצירת צברים clustering

למורה: cluster באנגלית הוא צָבֵר.

אפשר להיעזר באנימציה שבאתר, תחת הכותרת: Agglomerative Hierarchical Clustering. ערך על ציר X וערך על ציר Y. ערכים אלה יכולים להיות אנלוגיים לשתי התכונות (שעות הנקודות במישור יש שתי קואורדינטות: ערך על ציר X וערך על ציר Y. ערכים אלה יכולים להיות אנלוגיים לשתי התכונות (שעות המוקדשות לפעילות א ולפעילות ב). תצוגה כזאת מאפשרת למצוא קרבה בין נקודות (מרחק), ובמקרה שכאן - בין שתי תכונות יחד, ולפתור את הבעיה שהתלמידים נחשפו אליה כאשר בדקו כל תכונה לחוד על צירים נפרדים.

אחת הדרכים לחלק לקבוצות על פי דמיון בתכונות רבות (יותר מתכונה אחת), היא שיטה הנהוגה במדע נתונים, הנקראת יצירת צברים clustering. כדי להציג שתי תכונות יחד, ניעזר במערכת צירים.

2. לשם הבנת השיטה נבצע את השלבים הבאים:

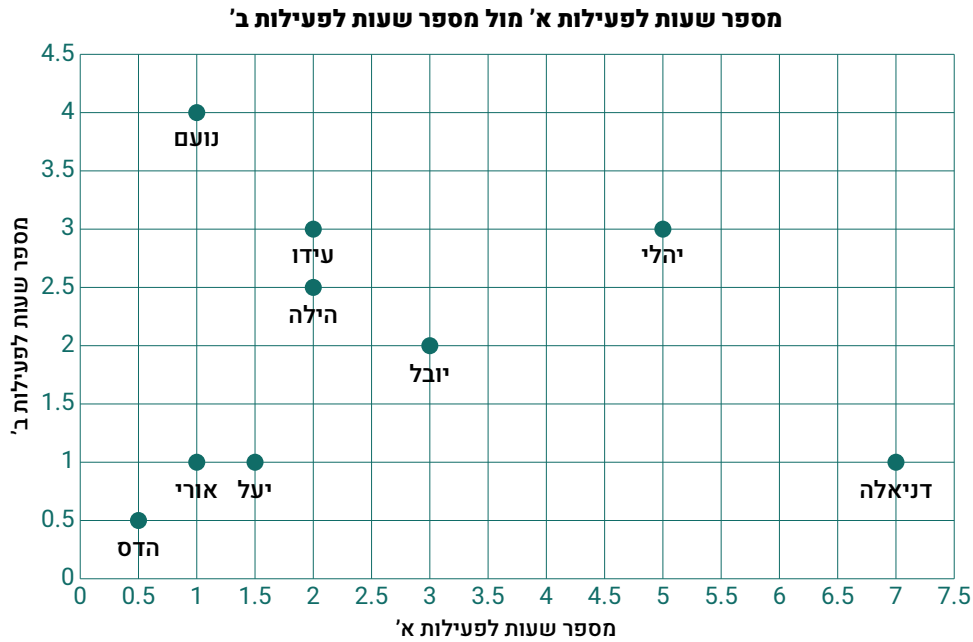
- א. צרו את מערכת הצירים הבאה.
- ב. כל אחת/אחד מכם תסמן/יסמן נקודה על מערכת הצירים. ערך ה-X של הנקודה ייצג את מספר השעות שאתם מקדישים לפעילות א, וערך ה-Y שלה ייצג את מספר השעות שאתם מקדישים לפעילות ב. רשמו את שמכם ליד הנקודה שסימנתם.



ג. כיצד אתם מציעים למדוד את המרחקים בין הנקודות?

למורה: את שלב הקביעה אילו שתי נקודות הכי קרובות זו לזו אנחנו מאפשרים לתלמידים לבדוק עם סרגל. עם זאת, קיימות דרכים מתמטיות לחשב מרחקים בין נקודות במישור. אם מתאים לתלמידים שלך להרחיב על כך, אפשר לראות הרחבה מתמטית "איך למצוא מרחק בין שתי נקודות" בסוף היחידה.

את השלבים הבאים נדגים בעזרת הדוגמה של תשעת התלמידים:



3. א. בעזרת סרגל, חפשו בגרף את שתי הנקודות שהמרחק ביניהן הוא הקצר ביותר.

למורה: אפשר להעלות את השאלה מדוע חשוב להשתמש בסרגל ולא בהתבוננות בלבד ("לפי העין").

בדוגמה שלנו קיימים שני זוגות כאלה: עידו והילה, אורי ויעל.

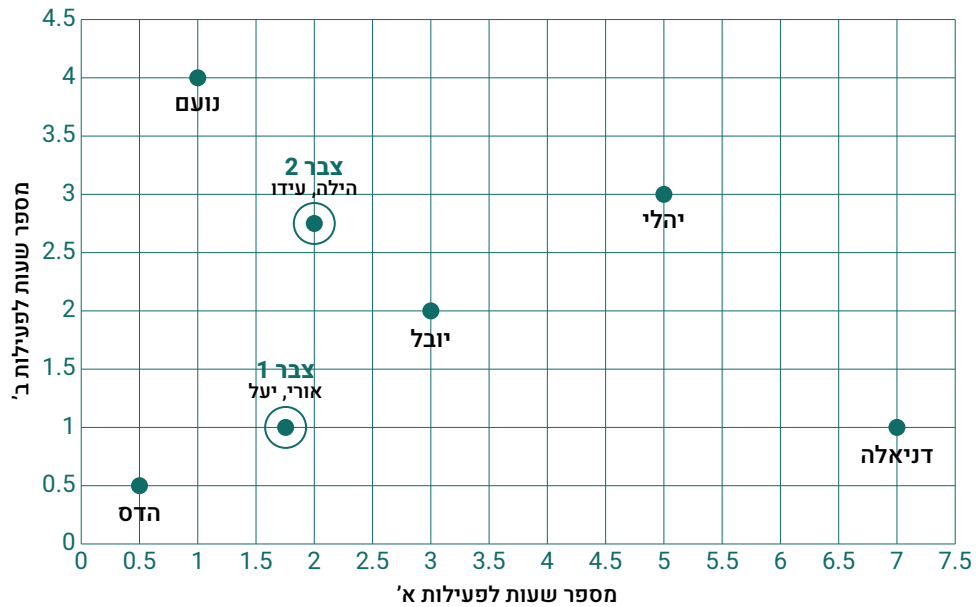
למורה: במקרה שיש שתי נקודות באותו מרחק מנקודה מסוימת יש לבחור אחת מהן באופן אקראי. לרוב זה גם אופן הפעולה של האלגוריתם הממוחשב. אבל, על פי המטרה של יצירת הצברים, אפשר ליצור באלגוריתם הנחיות אחרות במצבים של יותר מנקודה אחת באותו מרחק. לדוגמה: לבחור בנקודה שבעקבות יצירת הצבר מקרבת אותו לנקודות נוספות. או להיפך: לבחור נקודה שבעקבות צירופה לצבר אין יותר נקודות שיכולות להצטרף אליו.

ב. איך הייתם מציעים לסמן נקודה שתייצג בעבור כל זוג את שני התלמידים יחד?

למורה: התלמידים יכולים להציע מגוון של תשובות. סביר שתעלה גם הצעה לאמצע המרחק בין שתי הנקודות. אפשר לראות הסבר מתמטי לחישוב אמצע המרחק בין שתי נקודות בסוף היחידה.

ג. סמנו את הנקודה שהיא אמצע הקטע המחבר בין נקודות התלמידים בכל זוג. שתי הנקודות החדשות שסימנתם יחליפו את הנקודות של עידו, הילה, אורי ויעל, ויהפכו לשני הצברים הראשונים.

מספר שעות לפעילות א' מול מספר שעות לפעילות ב'

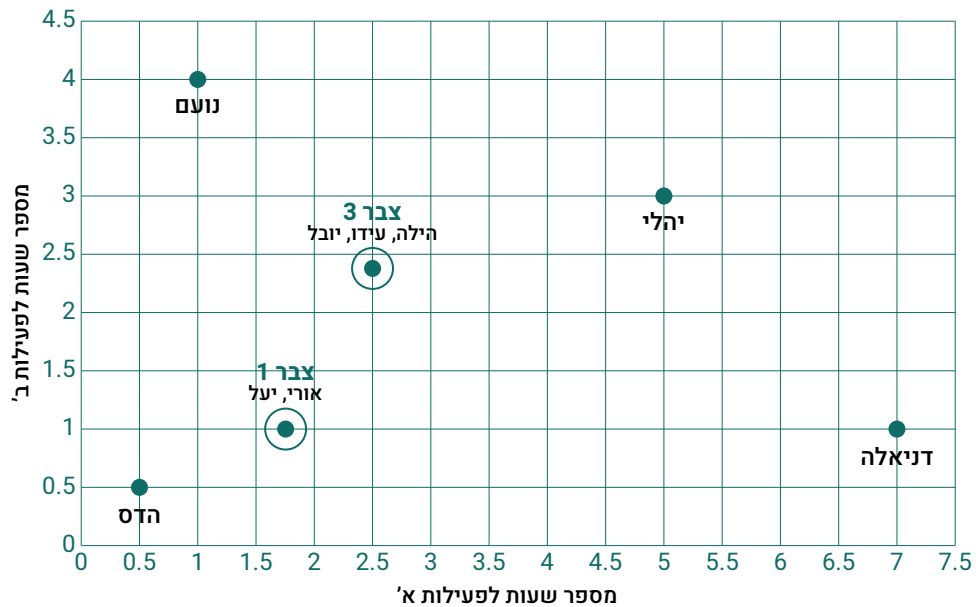


עתה יש בגרף שני צברים, המורכבים מהתלמידים הבאים:

שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
אורי ויעל	צבר 1
עידו והילה	צבר 2

ד. בעזרת סרגל חפשו שוב את שתי הנקודות הבאות הקרובות ביותר זו לזו. הן יכולות להיות נקודות של שני תלמידים או נקודה של צבר ונקודה של תלמיד או נקודות של שני צברים. בדוגמה שלנו, אלה הנקודות של צבר 2 ויובל. נחשב את מחצית המרחק ביניהן, ואת הנקודה החדשה שקיבלנו במקום יובל וצבר 2 נסמן: צבר 3.

מספר שעות לפעילות א' מול מספר שעות לפעילות ב'



עתה יש בגרף שני צברים, המורכבים מהתלמידים הבאים:

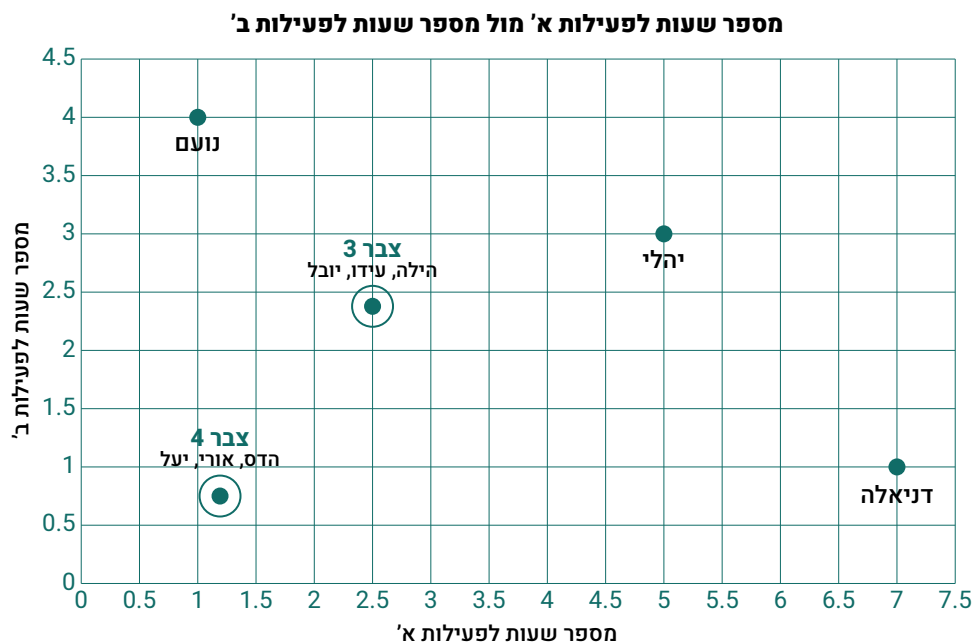
שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
אורי ויעל	צבר 1
יובל, עידו והילה	צבר 3

ה. חזרו על התהליך עד שיתקבל צבר אחד המייצג את כל הכתה. במהלך העבודה, הקפידו לרשום את הצברים שהתקבלו בכל שלב בטבלה הבאה:

שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
אורי ויעל	צבר 1
עידו והילה	צבר 2
יובל, עידו והילה	צבר 3
	צבר 4
	צבר 5
	צבר 6
	צבר 7
	צבר 8

למורה: לאחר שהתנסו בשלבים הראשונים בעזרת הדוגמאות, התלמידים יבצעו בעצמם את השלבים הבאים, המוצגים בפתרון מטה. אם בשלב זה התלמידים עדיין מתקשים לקבוע את הצברים, ניתן לעשות איתם יחד עוד שלבים מתוך הפתרון.

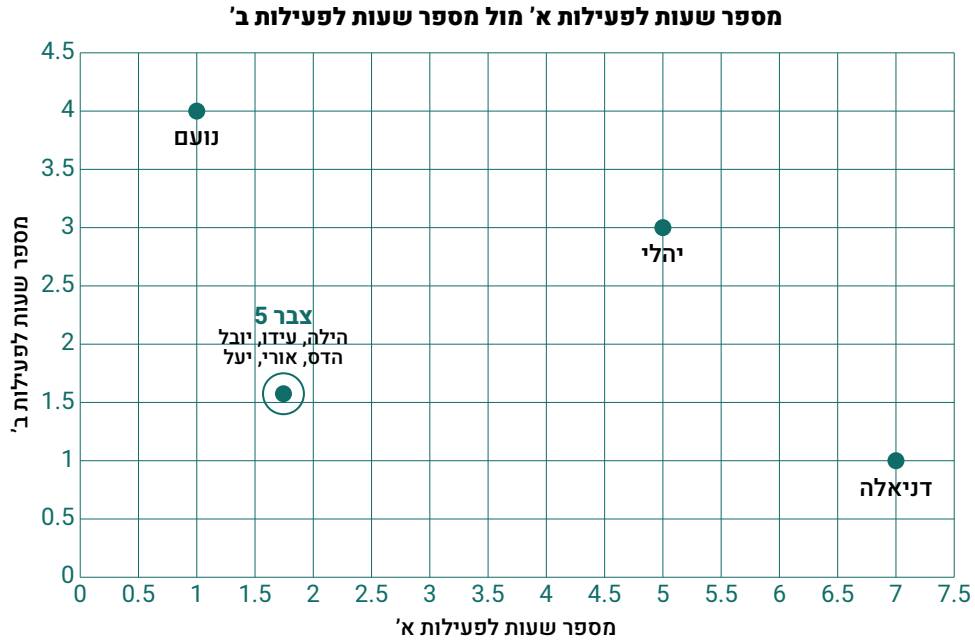
הנקודות הקרובות ביותר כעת הן הדס וצבר 1. נחשב את מחצית המרחק ביניהן ונסמן נקודה חדשה: צבר 4.



עתה יש בגרף שני צברים, המורכבים מהתלמידים הבאים:

שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
יובל, עידו והילה	צבר 3
הדס, אורי ויעל	צבר 4

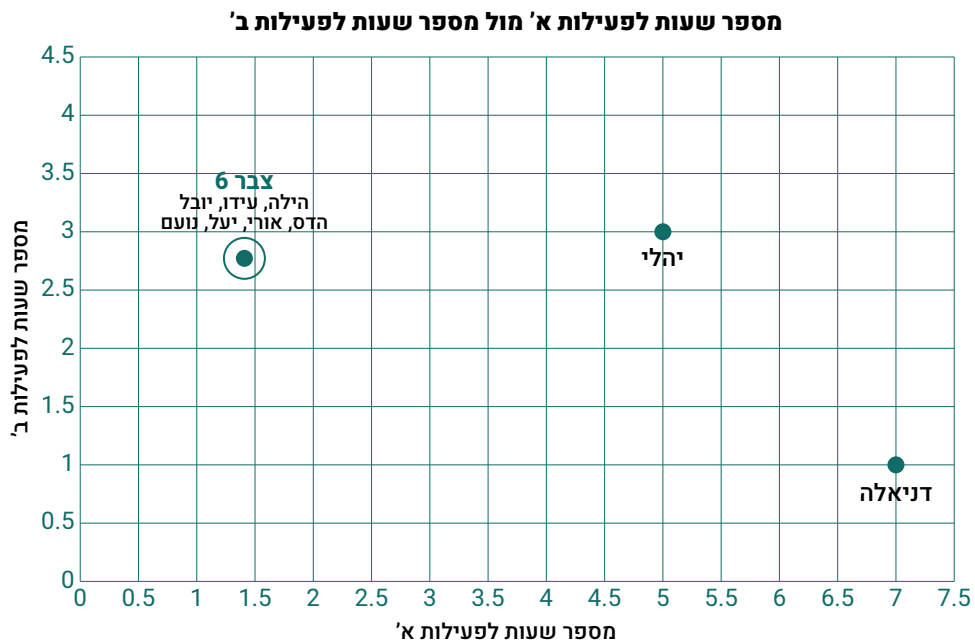
כעת צבר 3 וצבר 4 הם הנקודות הקרובות ביותר:



עתה יש בגרף צבר יחיד, המורכב מהתלמידים הבאים:

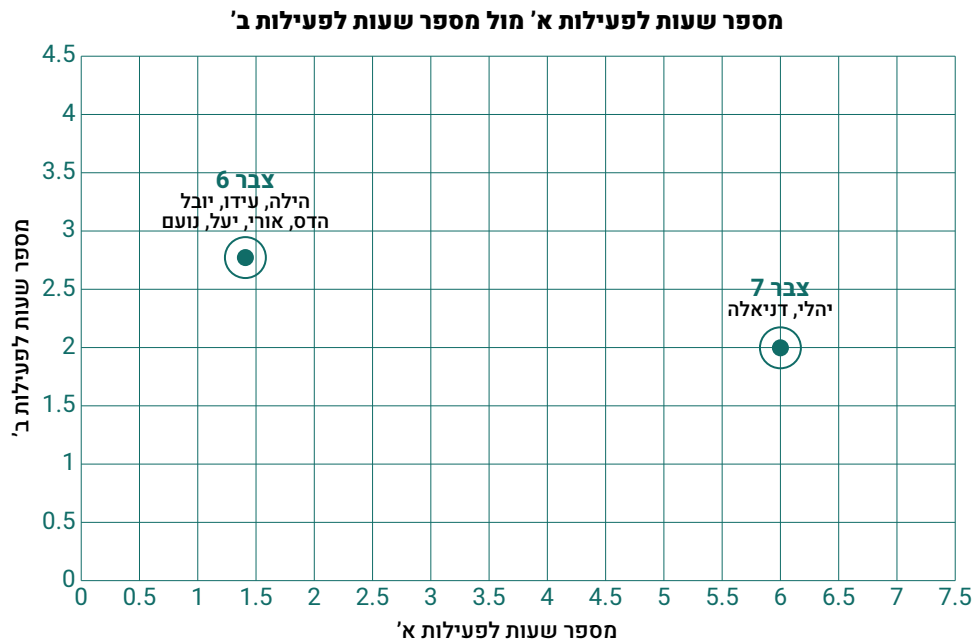
שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
יובל, עידו, והילה, הדס, אורי ויעל	צבר 5

צבר 5 ונועם:



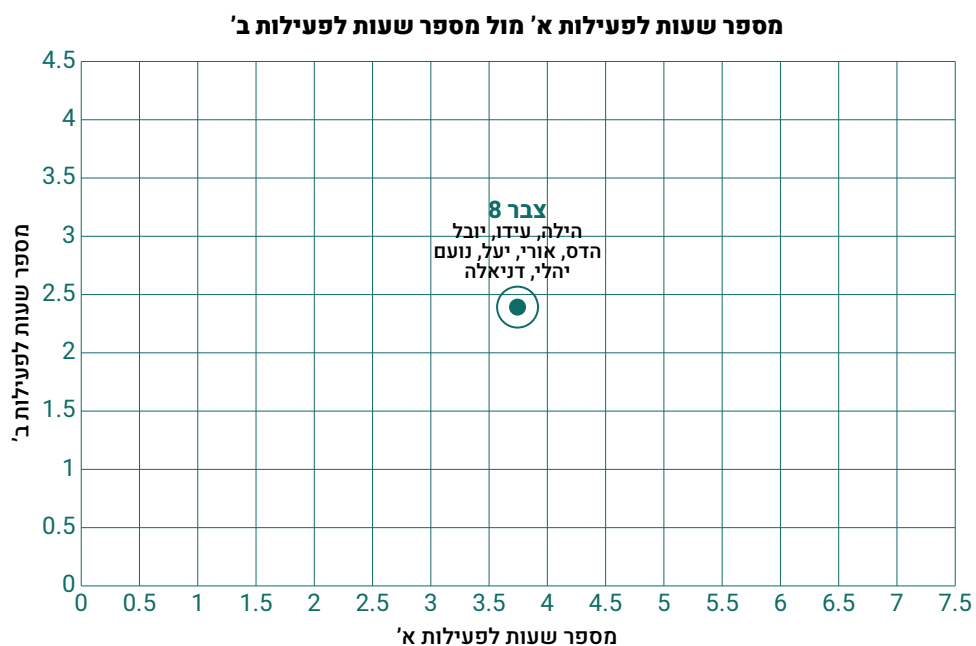
מספר הצבר	שמות התלמידים בצבר
צבר 6	נועם, יובל, עידו, הילה, הדס, אורי ויעל

יהלי ודניאלה:



מספר הצבר	שמות התלמידים בצבר
צבר 6	נועם, יובל, עידו, הילה, הדס, אורי ויעל
צבר 7	יהלי ודניאלה

צבר 6 וצבר 7:

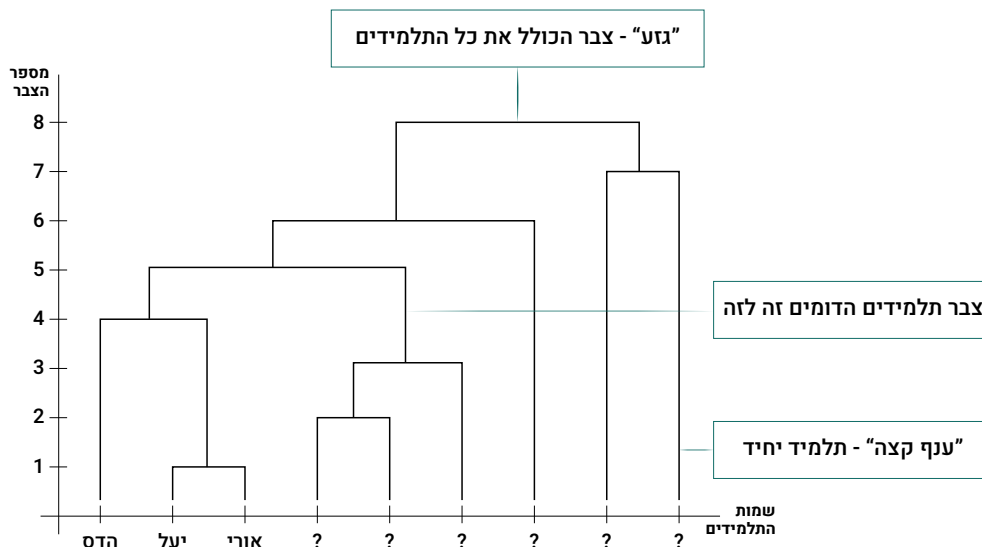


שמות התלמידים בצבר	מספר הצבר
דניאלה, נועם, יובל, עידו, הילה, הדס, אורי ויעל	צבר 8

עתה ניצור תרשים לייצוג הצברים שהתקבלו.

בסוף התהליך יתקבל תרשים בצורת עץ הפוך, שבו הגזע הוא החלק העליון, והוא מייצג צבר שמכיל את כל התלמידים שבדקנו. בין הגזע ל-9 ענפי הקצה יש ענפים המייצגים צברים של מספר תלמידים, וכל ענף קצה מייצג תלמיד אחד. ראו תרשים לדוגמה 1 מטה.

התלמידים שנמצאים על אותו ענף דומים זה לזה יותר מאשר לתלמידים השייכים לענפים אחרים. תרשים לדוגמה 1:



4. ניצור את התרשים הבא:

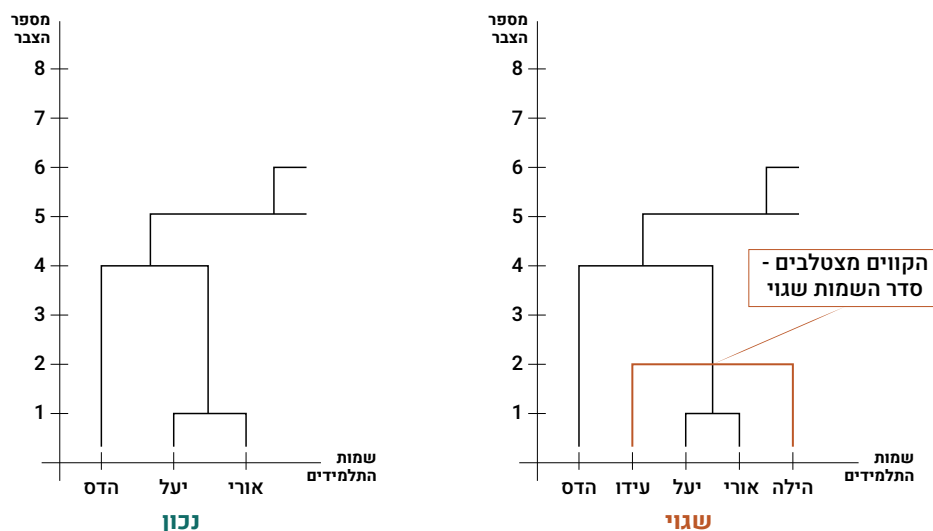
למורה: תרשים מסוג כזה מכונה דנדרוגרמה. בעברית - תרשים אילן

- א. בציר ה-Y צרו שנתות מאפס ועד למספר הצברים שקיבלתם. בדוגמה שלנו יש 8 צברים, שבהם צבר מספר 1 הוא הצבר הראשון שהתקבל, צבר 2 הוא השני וכך הלאה.
- ב. בציר ה-X רשמו את שמות כל התלמידים בכיתה. בדוגמה שלנו יש 9 תלמידים. סדר התלמידים על הציר צריך להיות כזה שכאשר מחברים ביניהם לצברים (ראו סעיף ג') הקווים לא מצטלבים (ראו תרשים 2 לדוגמה). יתכן שתצטרכו לבצע מספר נסיונות עד שתמצאו את הסדר המתאים.

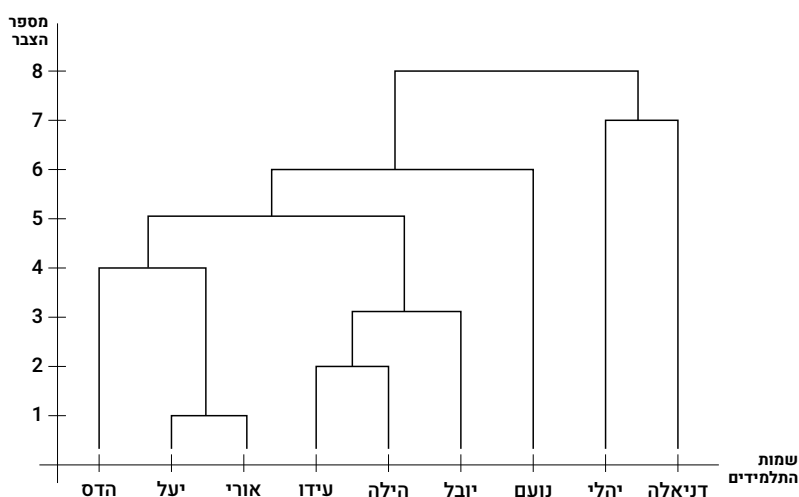
למורה:

יתכן שצריך יהיה לבצע ניסוי וטעיה עד שמוצאים את הסדר המתאים של התלמידים בציר ה-X כך שבתרשים (בדנדרוגרמה) לא יצטלבו קווי החיבור ביניהם. מומלץ לתת רמז לתלמידים: התלמידים הראשונים הם הדס, יעל ואורי, כפי שמופיע בתרשים לדוגמה.

- ג. חברו ב-"ח" בין שני התלמידים (או יותר) שהפכו לצבר הראשון שקיבלתם. אחר כך חברו ב-"ח" בין התלמידים/ הצברים שהפכו לצבר השני וכך הלאה. גובה ה-"ח" צריך להיות כגובה השנתה המייצגת את מספר הצבר.



תשובה: תמונת הצברים בכיתה



כיצד קובעים דמיון בין פרטים?

התרשים שנוצר מכונה דנדרוגרמה, או בעברית - תרשים אילן.

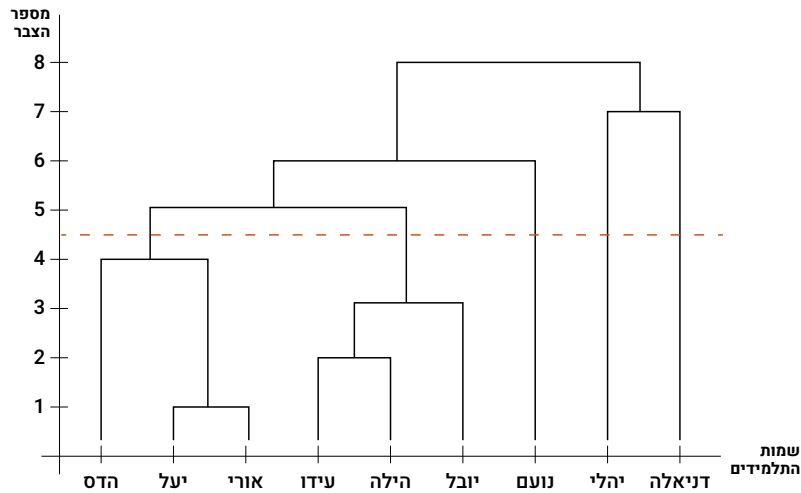
5. א. אילו תלמידים דומים זה לזה ומתאימים להיות ביחד בקבוצה?

ב. כמה קבוצות כאלה קיבלתם?

יתכנו מגוון תשובות, בשלב זה מומלץ להשאיר את השאלה פתוחה. השאלות בהמשך ידגימו את האופן בו קובעים את התשובה. הרעיון המרכזי הוא שמספר הצברים (הקבוצות) נקבע על פי התמונה המשמעותית ביותר שאנחנו יכולים לקבל מהעץ. תמונה שניתן ללמוד ממנה משהו חדש, שלא תהיה "מפורקת מידי" כמו הענפים האחרונים ולא "מחוברת מידי" כמו הגזע. לרוב מסמנים קו סף, שממנו ומטה מנסים לייחס משמעות לצברים.

6. כדי להחליט לכמה קבוצות כדאי לחלק את הכיתה על סמך דמיון בין התלמידים, נעזר בקו סף. על גבי הדנדרוגרמה ששירטטתם הוסיפו קו מקווקו מקביל לציר ה-X מעט מעל ל-4 צברים.

תשובה:



למורה: תלמידים מתקדמים יכולים להחליט לבד היכן לשרטט את הקו (ללא ההנחיה לשרטטו מעל 4 צברים). גם במקרה זה כדאי לנהל איתם את הדיון העוסק במיקום הקו, בדומה לדיון המופיע בשאלות 7-9. שימו לב – הקו המקווקו הכתום המשרטט באיור מעלה מופיע רק בקובץ למורה. התלמידים ישרטטו אותו על הדנדרוגרמות שיצרו.

בדוגמה שלנו התקבלו מתחת לקו המקווקו הצברים הבאים:

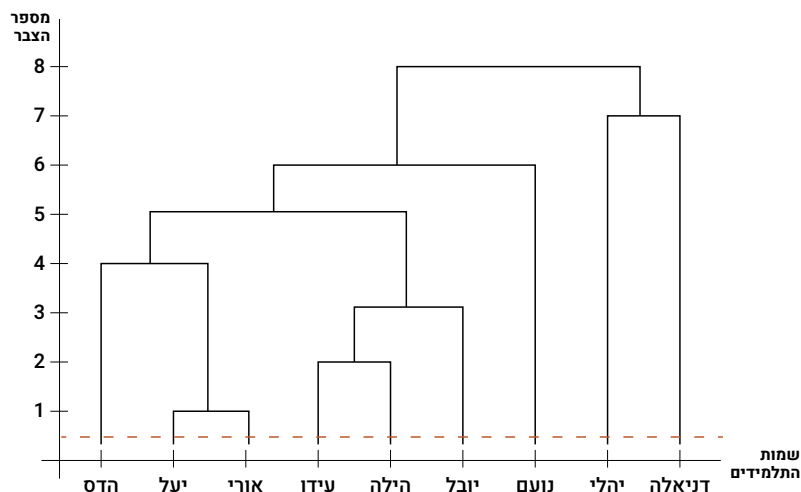
הדס, יעל ואורי

עידו, הילה ויובל

כמו כן, אפשר לראות תלמידים שאינם משוייכים לצברים: נועם, יהלי, דניאלה

בכל צבר נמצאים תלמידים שחלוקת השעות שלהם לפעילות א' ולפעילות ב' במשך היום דומה ביניהם יותר מאשר ביניהם לשאר התלמידים בכיתה. נועם, יהלי ודניאלה שנמצאים כל אחד לחוד, פחות דומים ליתר התלמידים בחלוקת השעות שלהם וגם זה לזה.

7. א. מה נקבל אם בדוגמה שלנו הקו המקווקו יהיה מתחת ל-1 (כמו בתרשים לדוגמה 3)?
תרשים לדוגמה 3:



לא יהיו צברים בכלל. כל הכיתה תהיה מורכבת מתלמידים יחידים.

ב. מה יקרה אם בדוגמה שלנו הקו המקווקו יהיה מעל 8?
כל הכיתה תהיה צבר אחד.

ג. מה יקרה אם הקו המקווקו יהיה מתחת ל-3?
נקבל שני צברים שבכל אחד מהם שני תלמידים (יעל ואורי, הילה ועידו), וכל שאר התלמידים יהיו יחידים ולא בצברים.

8. מדוע לדעתכם כדאי לשרטט את הקו המקווקו מעט מעל ל-4 צברים בדוגמה שיצרנו?
ככל שהקו המקווקו יהיה נמוך יותר נקבל יותר צברים שמורכבים מפרטים (במקרה זה - תלמידים) שיש ביניהם יותר דמיון בחלוקת השעות לשתי הפעילויות. ככל שהקו המקווקו יהיה גבוה יותר, נקבל פחות צברים אבל הדמיון בין הפרטים המרכיבים אותם ילך ויקטן. כדי שיהיו מספיק צברים שיש בתוכם דמיון יחסי בין הפרטים, מחפשים ערך ביניים.

9. שאלת אתגר: כיצד ישפיע לדעתכם מספר רב של תלמידים בכיתה על תמונת הצברים שתתקבל?
ככל שיהיו בכיתה יותר תלמידים יתקבלו יותר צברים. ההחלטה היכן להעביר את הקו תהיה מורכבת יותר כי יהיו אפשרויות רבות יותר.

10. לאחר החלוקה לקבוצות, התגלה שבנוסף לכך שהדס, יעל ואורי דומים זה לזה במשך הזמן שהם מקדישים לתנועת נוער ולפעילות גופנית, שלושתם מעדיפים פיצה עם אננס.
א. האם לדעתכם העובדה שחלוקת השעות שלהם דומה היא הסיבה לכך ששלושתם מעדיפים פיצה עם אננס?
האם חלוקת השעות היא תוצאה של העדפת פיצה עם אננס?
ב. אם קשה לכם לקבוע, מה הייתם מציעים לעשות כדי לבדוק אם קיים קשר של סיבה או תוצאה בין העדפת הפיצה לבין הדמיון בחלוקת השעות?

למורה:

שאלה 10 מכוונת את התלמידים להבנה שלא כל תכונה שמופיעה יחד עם תכונה אחרת היא בהכרח הסיבה או התוצאה של הופעה יחד של שני משתנים (במקרה שלנו - שתי תכונות) שאין אפשרות להוכיח שקיים ביניהם קשר סיבתי (או תוצאה) מכונה **קורלציה**. כמו כן, כדאי להפנות את תשומת לב התלמידים לאפשרות שקביעת השלשות על פי הדמיון בחלוקת השעות לאורך היום גילתה סיפור נסתר (תכונה משותפת אחרת) שאולי לא היה מתגלה אחרת. הבנה זאת חשובה להמשך, כשינסו להבין מה משותף למדינות שונות שאצלין פרופיל האלרגיות למזון דומה.

שאלות נפוצות על אלרגיה

למורה: בחרנו לפתוח את המידע על אלרגיה באמצעות שאלות נפוצות על הנושא. כדי ליצור מניע לקרוא את קטעי המידע ולענות על השאלות הנפוצות, אפשר לפתוח בפעילויות מקדימות או נוספות:
א. אפשר לשאול אם הם מכירים מישהו אלרגי למזון או לאלרגן אחר, מה ידוע להם על זה, ולבקש מהם להעלות שאלות שמתעוררות בהם בנושא אלרגיה. אחר כך לבקש מהם לנסות לענות על השאלות שלהם בעזרת קטעי המידע על השאלות הנפוצות.
ב. אפשר לארגן kahoot לאחר שקראו את קטעי המידע.
ג. אפשר ליצור שאלון "בחנו את עצמכם" לאחר שקראו את קטעי המידע.

מה זאת אלרגיה?

אלרגיה היא תגובה עוצמתית של מערכת החיסון לגורם זר חיצוני שלרוב אין לו סכנה ממשית ואינו גורם למחלה. גורם זר כזה מכונה **אלרגן**.

תגובה אלרגית מתרחשת בשני תנאים:

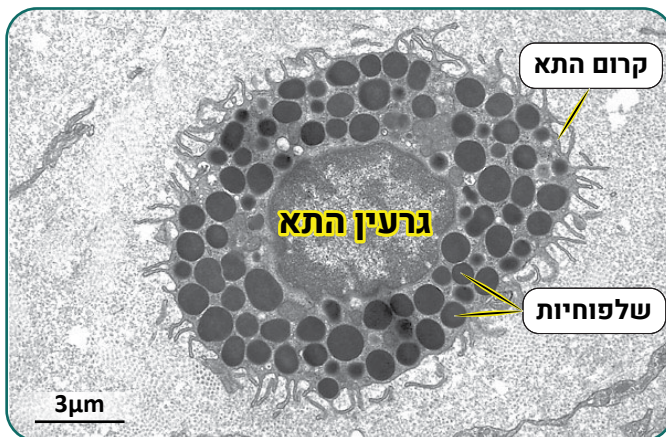
1. חשיפה של האדם האלרגי לאלרגן בסביבה.
2. תאי מערכת החיסון של האדם עם האלרגיה מייצרים נוגדנים כנגד האלרגן. בעוד שהחשיפה לאלרגן תלויה בסביבה, ייצור הנוגדנים הוא תכונה תורשתית.

אילו תאים יוצרים את התגובה האלרגית?

התגובה העיקרית לאלרגן מיוחסת לתאי פיטום. תאים אלה פזורים בכל הרקמות החשופות לסביבה החיצונית לגוף: עיניים, אף, לוע, קנה הנשימה, המעי, רקמת העור. תאי פיטום פועלים כנגד טפילים (בעיקר תולעים) שאליהם נחשפים בסביבות מחייה שבהן היגינה ירודה.

שתי תכונות של תאי הפיטום קשורות לאלרגיה:

1. על קרום תאי הפיטום נמצאים נוגדנים כנגד גורם האלרגיה (האלרגן). **נוגדנים** אלה נקשרים באופן ייחודי לאלרגן מסוים.



תא פיטום עם שלפוחיות
מבעד למיקרוסקופ אלקטרוני



פריחה בעור הפנים

למורה: נוגדנים אלה מיוצרים על ידי תאי דם לבנים אחרים במערכת החיסון. הם מגיעים לתאי הפיטום בזרם הדם ונקשרים לקרום התאים.

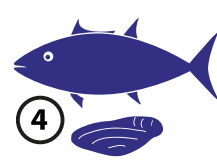
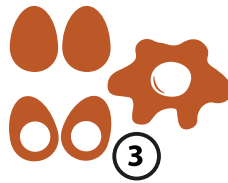
2. הציטופלזמה של תאי פיטום מלאה ב**שלפוחיות** המכילות חומרים רבים המעוררים תאים אחרים של מערכת החיסון לפעול כנגד האלרגן.

כאשר אלרגן מסוים נקשר לנוגדנים שעל פני קרום תאי פיטום, מתרחשים בתוך התא תהליכים הגורמים להפרשת החומרים הנמצאים בשלפוחיות החוצה מהתא. חומרים אלה מגייסים במהירות תאים נוספים של מערכת החיסון המגיעים למקום החשיפה ופועלים לסילוק האלרגן.

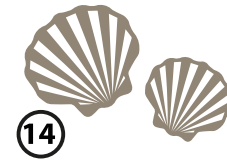
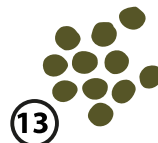
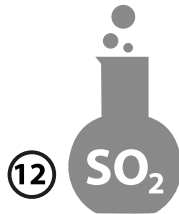
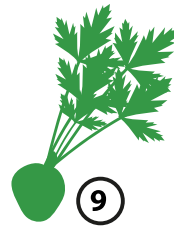
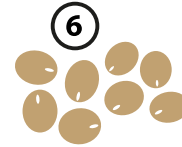
למורה: אפשר להראות לתלמידים [אינמציה של תא פיטום משופעל](#), וסרטון של [תא פיטום משופעל מבעד למיקרוסקופ](#).

אילו מזונות נחשבים לאלרגניים?

מזונות רבים יכולים להיות אלרגניים אבל האלרגיות הנפוצות ביותר הן לסוגי המזון הבאים:



1	דגנים
2	חסילונים (שרימפס)
3	ביצים
4	דגים
5	בוטנים
6	סויה
7	חלב
8	אגוזים
9	סלרי
10	חרדל
11	שומשום
12	גופרית דו-חמצנית
13	תורמוס
14	רכיכות



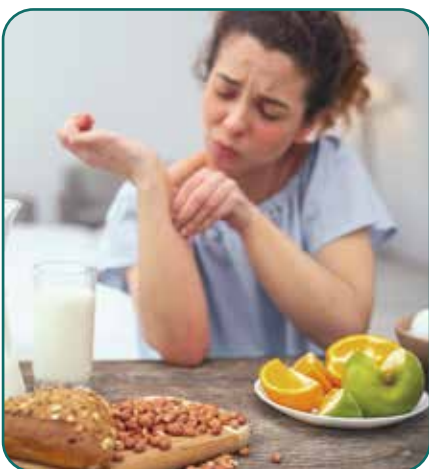
האם יש אלרגנים שאינם מזונות?

כן. אלרגנים נפוצים שאינם מזונות הם אבקת צמחים, קרדית האבק, חומרים המופרשים על פרוות חתולים וכלבים, דשא או תרופות.

האם כל אלרגיה מסכנת חיים?

תגובה אלרגית מתפתחת תוך שניות או דקות, אבל עוצמת התגובה האלרגית משתנה בקרב אנשים שונים. אפשר לסדר את התגובה האלרגית על פי עוצמה, מהקלה ביותר לכבדה ביותר:

- פריחה ו/או גירוד בעור
- צריבה בעיניים ונזלת
- כאב בטן שלשול והקאות
- אסטמה וקשיי נשימה
- סחרחורת
- שוק אנפילקטי



מה זה שוק אנפילקטי?

שוק אנפילקטי הוא מצב מסכן חיים, שבו חלה הרחבה משמעותית של כלי הדם. כתוצאה מכך יורד לחץ הדם באופן חד ונוזלים מהדם עוברים לרקמות (בצקת). כאשר חלה **בצקת** בצוואר נוצרת נפיחות שחוסמת את קנה הנשימה וקיימת סכנה לחנק. ללא טיפול רפואי מתאים חלה קריסת מערכות בגוף.



איך יודעים אם אנחנו אלרגיים למזון מסוים?

חשד לאלרגיה מתחיל לרוב עם הופעה של אחד מהתסמינים בסמיכות לאכילת אלרגן ידוע. לדוגמה, הופעת פריחה על העור לאחר אכילת בוטנים. כדי לאשר את החשד נפנה לרוב לרופא המתמחה בטיפול באלרגיות. הרופא יערוך **בדיקה עורית** שבה יחשוף את העור על הזרוע לטיפות של אלרגנים ידועים. לאחר כמה דקות יבדוק הרופא את התגובה העורית לחומרים השונים. נפיחות משמעותית בהשוואה לביקורת מצביעה על אלרגיה.



כדי לבדוק אם מזון מסוים גורם לתגובה אלרגית מסכנת חיים נערכת חשיפה לאלרגן בהשגחה רפואית, כך שאם האלרגיה מחריפה יש את האמצעים לטפל בשוק האנפילקטי שמתפתח.

מהו הטיפול באלרגיות למזון?

לרוב, כדי למנוע את התגובה האלרגית מנסים להימנע מאכילת המזון הגורם לאלרגיה. כאשר מתחילה תגובה אלרגית קלה, כמו פריחה וגרוד בעור, צריבה בעיניים ונזלת, נוטלים תרופות הנוגדות את החומרים המופרשים מתאי פיטום.

למורה: לדוגמה, תאי פיטום מפרישים היסטמין, ולכן נוטלים תרופות אנטיהיסטמיניות.

אם התגובה האלרגית מחמירה ומתפתחים סימנים של **שוק אנפילקטי** (התנפחות הצוואר, קשיי נשימה, חולשה קיצונית), יש צורך בהזרקה מיידית של **אדרנלין** ישירות לשריר באמצעות [מזרק אפיפן](#).

למורה:

א. אפינאפרין הוא שם נרדף לאדרנלין.

ב. אחת החברות שמייצרות את המזרק קראה לו: EpiPen, כלומר עט אפינאפרין, והשם הפך למושג שגור לכל המוצרים להזרקת אפינאפרין.



אדרנלין הוא הורמון הגורם להיצרות כלי דם, עליה בלחץ הדם והרפיית שרירים ספציפיים כגון שרירי הנשימה והעיכול. אנשים אלרגיים ברמה המסכנת חיים מסתובבים עם מזרקים כאלה, ומזריקים לעצמם במקרה הצורך או נעזרים באחרים אם התגובה מתפתחת מאוד מהר. לאחר ההזרקה יש לפנות לטיפול רפואי בבית חולים.

האם אפשר להבריא מהנטייה לאלרגיה?



נטייה לאלרגיה היא מצב כרוני, כלומר מתמשך לאורך זמן, לעיתים אף לכל החיים. עם זאת, יש כיום טיפולים שפועלים להחלשת התגובה החריפה של מערכת החיסון בהדרגה ובהשגחה רפואית. טיפולים אלה מכונים אימונותרפיה, מיועדים בעיקר לאנשים בעלי אלרגיה מסכנת חיים, ומתמשכים לאורך שנה או שנתיים ולעיתים אף יותר מכך. הם מתחילים בחשיפה של האדם האלרגי לכמויות מזעריות של האלרגן, כך שמערכת החיסון תפעל בעוצמה נמוכה. עם הזמן, החשיפה לכמויות הולכות ועולות של האלרגן גורמת למערכת החיסון להתרגל לנוכחות האלרגן, מצב המכונה **סבילות לאלרגן**.

האם אלרגיה מאפיינת גיל מסוים?



לרוב נטייה לאלרגיה מיוחסת לגילים צעירים מאוד. תינוקות מראים תגובות אלרגיות לאלרגנים רבים, שרובן מתבטאות באדמומיות בעור או פריחה. רובן נעלמות עד גיל שלוש, ורוב התגובות האלרגיות אינן ממשיכות מעבר לגיל 16-15 שנים. בגילים מבוגרים הנטייה לאלרגיות היא נדירה מאוד. עם זאת, יש אנשים שנטייתם לאלרגיה נותרת לכל החיים וכן מקרים שבהן פורצת אלרגיה בגיל מאוחר יותר.

מה ההבדל בין אלרגיה למזון לבין רגישות למזון?

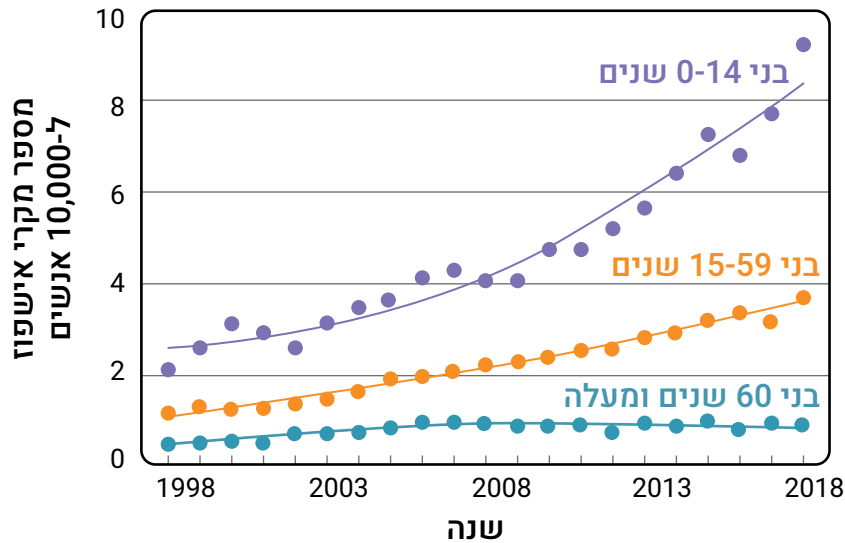


אלרגיה למזון היא תוצאה של הפעלת תאי פיתום במעי עקב בליעת רכיב מזון כלשהו (אלרגן), והפעלת מערכת החיסון ביתר. התגובה האלרגית מתפתחת תוך שניות או דקות והיא עלולה להתפתח לתגובה מסכנת חיים.

לעומת זאת, רגישות למזון היא תוצאה של חוסר יכולת לעכל כראוי את המזון, או מחלה אוטואימונית שבה מערכת החיסון פוגעת ברקמות של המעי כתוצאה מחשיפה למזון. רגישות למזון מתבטאת לרוב בכאבי בטן, לעיתים מלווים בשלשול, המופיעים שעות לאחר האכילה. כלומר, אדם שיש לו רגישות לחלב יפתח כאבי בטן לא נעימים כמה שעות לאחר מכן, אבל אדם עם אלרגיה לחלב עלול לפתח תוך שניות תגובה מסכנת חיים.

אפידמיולוגיה של אלרגיה למזון בעולם

בשנים האחרונות מדווח על עליה במקרי האלרגיות החמורות כתוצאה מחשיפה למזון, במיוחד במדינות מערביות מפותחות. באיור שלפניכם מוצגים נתונים של מקרי אשפוז כתוצאה מתגובה אנפילקטית למזון כלשהו בעבור אוכלוסיית בריטניה.



11. א. האם הגרפים תומכים בעובדה שחלה עליה במקרי האלרגיות החמורות בבריטניה לאורך השנים? מדוע? **כן. אמנם מדובר במקרים ספורים לכל עשרת אלפים אנשים, אבל אפשר לראות שלגוף של האוכלוסיות 15-59 שנים וכן 0-14 שנים יש שיפוע עולה.**

ב. נסו לשער על פי קטעי המידע שקראתם, מדוע יש הבדל בין העקומים של קבוצות הגיל השונות? **בקטעי המידע למדנו שרוב האלרגיות נעלמות אחרי גיל 16 והן נדירות מאוד בגילים מבוגרים. אפשר לראות בגרף שהעליה הגדולה ביותר חלה בקרב הגילים 0-14, וזאת אכן התקופה שבה מתפתחות רוב האלרגיות. לעומת זאת בגילים מבוגרים (59 שנים ומעלה) כמעט שאין אלרגיות ולכן כמעט שלא נמצאה עליה במקרי האשפוז באוכלוסיה זאת.**

איך משפיעה הסביבה על הופעת אלרגיה?

נוסף על השינויים לאורך השנים בכמות היחסית של מקרי אלרגיה חמורים כתוצאה מחשיפה למזון קיימים גם הבדלים בין מדינות ברחבי העולם. כך למשל יש בפינלנד כמות יחסית רבה יותר של מקרי שוק אנפילקטי מאשר ביוון. השינויים וההבדלים הללו בזמן ובין מדינות מצביעים על כך שנוסף על גורמים גנטיים קיימים גורמים סביבתיים המשפיעים על הנטייה לאלרגיה למזון.

תיאוריית חלון ההזדמנויות

על פי תיאוריית חלון ההזדמנויות, קיים פרק זמן מסוים שבו גורמים סביבתיים משפיעים על הנטייה של תינוקות להיות אלרגיים למזון מסוים. פרק זמן זה מכונה **1000 הימים**. הוא מתחיל עוד ברחם, וממשיך בערך עד גיל שנתיים.

בעבר הומלץ להימנע מחשיפת תינוקות למזונות אלרגניים ידועים, כדי למנוע התפתחות אלרגיה, ואילו כיום גוברת ההבנה שדווקא חשיפה מבוקרת לאלרגנים במסגרת חלון ההזדמנויות היא שמאפשרת למערכת החיסון למתן את התגובה לאלרגנים, ומונעת את התפתחות האלרגיה. חשוב לזכור שעדיין יש לחזק את ההשערה הזאת עם מחקרים מתאימים.



המנגנון שבו הסביבה משפיעה על אלרגיות לא ידוע בוודאות, אבל מדענים מעלים כמה השערות:

תיאוריית ההיגיינה



בארצות מפותחות יש נטייה לניקיון יתר, ולכן תינוקות נחשפים פחות לחיידקים ולגורמים מזהמים לאחר הלידה. כמו כן, ניקוי עור התינוק יתר על המידה יוצר נטיית יתר לפריחות וגרד בעור. גורמים נוספים לחשיפה מועטה לחיידקים הם משפחות קטנות, פחות חשיפה לחיות משק או חיות מחמד, ודיאטה מערבית לא מגוונת החסרה פירות וירקות. הטיפול המונע המתבקש הוא לחשוף את הילדים למקורות שונים של חיידקים: שליחת ילדים לגני ילדים בגילאים צעירים מאוד, חשיפה לחיות מחמד. גם אחים גדולים במשפחה יכולים להיות מקור טוב לחשיפה לחיידקים, ורצוי לעודד מגע בינם לבין התינוקות. כמו כן חשוב לגוון את מזון התינוקות בירקות ופירות כדי להעשיר את מגוון החיידקים שאליהם הם נחשפים.

תיאוריית ויטמין D



יש הטוענים שאלרגיה נוטה להתפתח יותר בקרב ילדים החיים רחוק יותר מקו המשווה, ובקרב אלה הנולדים בסתיו או בחורף. באזורים אלה ובעונות אלה החשיפה לשמש ולקרניים על-סגוליות מועטה יותר, ואולי יש אפילו הימנעות מיציאה החוצה עם תינוקות בגלל הקור בחוץ. מכיוון שייצור ויטמין D תלוי בחשיפה כזאת, הועלתה ההשערה שאלרגיות מתפתחות כתוצאה ממחסור בויטמין D. אחת ההצעות למנוע אלרגיות היא להוסיף מראש ויטמין D למזון, ולהרבות בחשיפת תינוקות לשמש, עד כמה שאפשר.

תיאוריית החשיפה החוזרת



חשיפת תינוקות למזון אלרגני יוצרת תחילה פריחה קלה על העור. מתוך חשש להחמרה, הורים ומטפלים בילדים מונעים מהם אכילה של מזונות אלה, וכך למערכת החיסון אין הזדמנויות לפגוש את האלרגן ו"להתרגל" אליו. על פי תיאוריה זאת, חשיפה אקראית לאלרגן תגרום אף להחמרה בתגובה האלרגית. הטיפול המוצע הוא להמשיך לחשוף תינוקות וילדים צעירים למזון הגורם לפריחה בצורה הדרגתית, וכך לעודד את סבילות המערכת החיסונית לאלרגן.

12. מהם הגורמים הסביבתיים המשפיעים על אלרגיה למזון המוצעים בכל תיאוריה?

ניקיון יתר וחשיפה מועטה לגורמים מזהמים; חשיפה מועטה מידי לשמש ומחסור בויטמין D; מניעת מזונות אלרגניים במקום חשיפה חוזרת

13. א. הציעו ניסוי שבו תבדקו את השפעתו של גורם סביבתי מסוים (על פי התיאוריות או על פי השערות שלכם) על הופעת אלרגיה. זכרו: ניסוי מדעי מבוסס לרוב על בידוד משתנים, ומכיל קבוצת בקרה וקבוצת ניסוי הנבדלות זו מזו רק בגורם אחד.

דוגמה לתשובה אפשרית: קבוצת תינוקות שמקבלת ויטמין D כתוסף מזון וקבוצת תינוקות שאינה מקבלת ויטמין D כתוסף מזון - ולבדוק באיזו קבוצה מתפתחות יותר אלרגיות מזון.

ב. מהם הקשיים שבהם נתקלתם בתכנון הניסוי?

למורה: בפעילות זאת אפשר ליצור מאגר רעיונות כיתתי (padlet או מצגת שיתופית). אפשר לבקש מהתלמידים להתייחס בפדלט לרעיונות שחבריהם העלו (במקום לרעיון של עצמם): איזה ניסוי נראה להם כרעיון טוב, ובכל זאת מהם הקשיים בהסקת המסקנות ממנו.

14. הסביבה מורכבת מגורמים רבים שסביר להניח שמשפיעים על התפתחות אלרגיה. לאור זאת, מה תהיה המסקנה לגבי הגורם שבדקתם אם לא יהיה הבדל בין קבוצת הניסוי לקבוצת הבקרה?
אם קיימים גורמים רבים המשפיעים על הופעת אלרגיות למזון, אז ניסוי שבו בדקנו גורם אחד לא יראה הבדל בין הקבוצות, או שיראה הבדל מאוד קטן.

הגורם הסביבתי: אלרגיות למזון בעולם

ריבוי הגורמים הסביבתיים המעודדים הופעה של אלרגיות למזון מקשה על מדענים לגלות אותם. במקרים כאלה יש לחפש גישת מחקר שונה מגישת החקר (ניסוי מול בקרה). אחת הגישות להבין מהן ההשפעות הסביבתיות על אלרגיות למזון, היא לאסוף נתונים מארצות שונות בעולם על אלרגיות מסכנות חיים כתוצאה ממזון. הרעיון הוא, שאם קיימים גורמים סביבתיים הקשורים לאלרגיה למזון ושונים בין אותן ארצות, אפשר יהיה לראות הבדלים ביניהן גם בנתונים.

15. אילו גורמים סביבתיים שהוצעו בתיאוריות השונות יכולים להבדיל בין מדינות בעולם מבחינת השפעה אפשרית על אלרגיה למזון?
ויטמין D כי הוא חסר בקרב ילדים הגדלים במדינות קרות. ניקיין יתר כי הוא מאפיין ארצות מפותחות.

16. האם תוכלו להעלות גורמים סביבתיים נוספים שעשויים להשפיע על נתוני האלרגיות למזון במדינות שונות?
מגוון המזונות שיש בכל מדינה. ילדים נחשפים פחות למזונות שפחות מקובלים באותה מדינה ולכן לפי תיאוריית החשיפה החוזרת הם עלולים לפתח אלרגיה כלפיהם.

17. איזה גורם סביבתי השונה בין מדינות היה מעניין אתכם לחקור בהקשר לאלרגיות למזון?

למורה: שאלה זאת מכינה את התלמידים לחקר שיבצעו באמצעות המאגר. כרגע הם יכולים להעלות שאלות שמעניינות אותם באופן מנותק מהמאגר, ואולי זה יקל עליהם בשלב מאוחר יותר לנסח את השאלה שעליה יענו באמצעותו. עם זאת, יתכן שלא יתאפשר ליצור קשר בין השאלה שיעלו כאן לבין המאגר.

באחד המחקרים הללו נאספו באופן שיטתי נתונים על מקרי אלרגיה למזון בארצות שונות.

למורה: זהו קישור למאגר הנתונים השלם.

הקובץ הזה הוא **עבור המורה בלבד**, ניתן להציג אותו לתלמידים בשלב זה, רק כדי שהתלמידים יתרשמו ממנו. קובץ זה לא יישמש לחקר הנתונים. **נא לא לבצע שינויים בקובץ עצמו. יש להוריד למחשב כקובץ אקסל ואותו לשלוח לתלמידים.**

עבור כל מדינה נאספו סך כל המקרים של שוק אנפילקטי כתוצאה מחשיפה למזון. מתוך מקרים אלה, נבדק מה היה אחוז המקרים שבהם האלרגיה הייתה כתוצאה מחשיפה לביצים, מה היה אחוז המקרים כתוצאה מחשיפה לבוטנים, מה היה אחוז המקרים כתוצאה מחשיפה לחלב וכדומה. כך, התקבל "דיוקן" אלרגיות לסוגי מזון שונים בכל מדינה.

למורה: הנתונים נאספו מ-65 מחקרים בין השנים 2010-2020 שהתפרסמו במאגרי מידע מקצועיים. מתוך אלפי מחקרים בנושא, האיסוף התמקד רק במחקרים שהראו נתונים של מקרי שוק אנפילקטי שהגיעו לבית החולים, והיה ברור שהם קשורים לאלרגיה למזון. יש אפשרות לדון עם התלמידים על איכות הנתונים שבמאגר:
1. מקורם של הנתונים במגוון גדול של מדינות, שיש ביניהן הבדלים בנהלי רישום של מקרי אשפוז ובמגוון הנתונים הנרשמים על המאושפצים.
2. הנתונים נאספו מתוך מחקרים שפורסמו, שכל אחד מהם השתמש בשיטות שונות לאיסוף נתונים. לכן, קיימת שונות בין הנתונים ממקורות שונים. כל אלה תורמים לכך שמאגר הנתונים פחות אמין מהמצופה.

18. א. מהי התחושה שלכם כשאתם מתבוננים בטבלה שהתקבלה מאיסוף הנתונים?

ב. איך לדעתכם אפשר להסיק מסקנות מהטבלה?

19. לשם הפשטות, בחרנו 7 מדינות ושתי אלרגיות למזון:

למורה: חלק זה של הפעילות חופף לפעילות האנלוגית מתחילת היחידה, אך ההנחיות שבו הרבה פחות מפורטות (מפני שהתלמידים כבר התנסו בהנחיות מפורטות בפעילות האנלוגית).
אם נבחר לוותר על הפעילות האנלוגית בתחילת היחידה - רצוי מאד לבצע את החלק הזה על פי ההנחיות המפורטות של הפעילות האנלוגית. למשל, להעתיק את ההנחיות מהעמודים הראשונים ולשנות את המלה "תלמידים" ל"מדינות" וכדומה.

אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)	אלרגיה לבוטנים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)	מדינה
4	10	סינגפור
24	17	ספרד
11	4.4	יפן
20	27	טורקיה
1	30	בריטניה
3.4	27	ארצות הברית
4.4	8.2	ישראל

א. סדרו את המדינות בקבוצות על פי דמיון יחסי בין הנתונים על אחוז המקרים של אלרגיות לבוטנים. **אפשר לסדר במגוון דרכים. לדוגמה: טורקיה, בריטניה וארצות הברית (27, 30, 27); ישראל וסינגפור (8.2 ו-10) יפן (4.4) וספרד (17).**

ב. עתה, סדרו את המדינות בקבוצות על פי דמיון יחסי בין הנתונים על אחוז המקרים של אלרגיות לביצים. **ישראל, ארצות הברית וסינגפור (4.4, 3.4 ו-4); ספרד וטורקיה (24 ו-20); בריטניה (1) ויפן (11).**

ג. האם בסעיפים א ו-ב קיבלתם את אותן הקבוצות? האם הקבוצות שהתקבלו עוזרות לכם להבחין בין מדינות דומות בנתונים של שני סוגי האלרגיות יחד?

מכיוון שבעבור כל אלרגיה נפרד התקבל דמיון בין מדינות שונות, אי אפשר להסיק מכך על הדמיון ביניהן בשני סוגי האלרגיות, ויש לחפש שיטה אחרת.

מדע נתונים: עושים סדר במאגרי נתונים

איך אפשר למצוא במאגר הנתונים (הטבלה) דמיון והבדלים בין מדינות בכמה סוגי אלרגיות? לשם כך נשתמש בגישת יצירת הצברים (clustering), שבה השתמשנו כדי לחלק את הכיתה לשלוש, ובה מצרפים בהדרגה קבוצות של נתונים דומים. לשם הפשטות נבצע בעצמנו את השיטה על מעט נתונים, ואחר כך בסיוע אלגוריתם ממחשב ננסה להפעיל אותה על המאגר כולו.

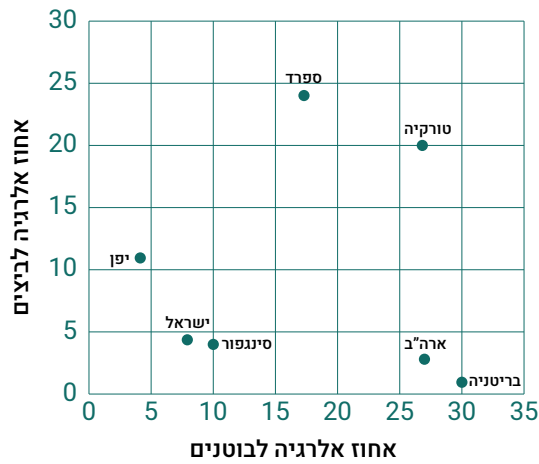
למורה:

- הפירוט כאן חוזר על הפירוט בתחילת היחידה, שבו חילקו התלמידים את הכיתה לשלוש על פי שעות המוקדשות לפעילויות במהלך היום. תוכלו לבצע את המהלכים הללו שוב בהתאם ליכולות של התלמידים לקשר בין האנלוגיה של הכיתה לאלרגיה למזון במדינות, או להחליט לתת לתלמידים לבצע את התהליך בעצמם.
- הגרפים והטבלאות הם הפתרונות לתהליך יצירת הצברים עם הנתונים של מדינות ואלרגיות אלה.

מדינה	אלרגיה לבוטנים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)	אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)
סינגפור	10	4
ספרד	17	24
יפן	4.4	11
טורקיה	27	20
בריטניה	30	1
ארצות הברית	27	3.4
ישראל	8.2	4.4

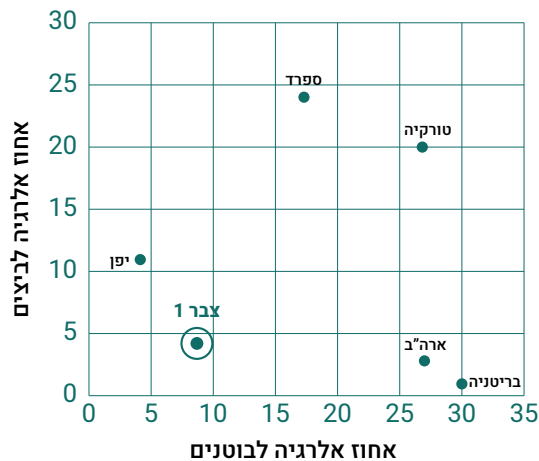
20. א. שרטטו גרף שבו ציר ה-X מייצג את אחוז המקרים האנפילקטיים כתוצאה מאלרגיה לבוטנים. ציר ה-Y של הגרף מייצג את אחוז המקרים כתוצאה מאלרגיה לביצים.
- ב. הציבו בגרף את 7 המדינות. כל נקודה על הגרף מייצגת מדינה אחת. במצב ההתחלתי בהדגמה שלנו יש 7 נקודות, כל אחת מהן נחשבת כרגע לצבר בפני עצמה, לכן יש לנו 7 צברים.
- ג. השלימו באמצעות הגרף את הנתונים המתאימים עבור טורקיה: הערך המתאים לטורקיה על ציר ה-X הוא **27** ועל ציר ה-Y הוא **20**. כלומר, מתוך סך כל המקרים של אשפוזים בשל שוק אנפילקטי בטורקיה, 27% הם בגלל תגובה אלרגית ל- **בוטנים** ו-20% הם בגלל תגובה אלרגית ל- **ביצים**.

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)



ד. בעזרת סרגל חפשו בגרף את שתי הנקודות שהמרחק ביניהן הוא הקצר ביותר. בדוגמה שלנו אלה הן ישראל וסינגפור. חשבו את ערכי הנקודה שהיא אמצע המרחק ביניהן. הנקודה החדשה שחישבתם תחליף את הנקודות של ישראל וסינגפור, ותהפוך לצבר הראשון.

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)

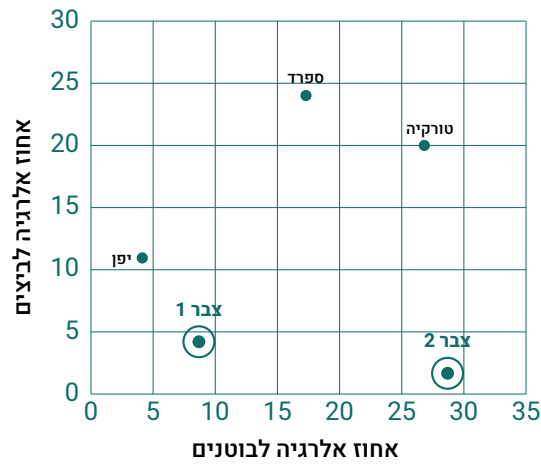


כרגע יש בגרף צבר אחד ובו המדינות:

מדינות	מספר הצבר
ישראל וסינגפור	1

ה. עתה, חפשו בגרף את שתי הנקודות שהמרחק ביניהן הוא הקצר ביותר (בעזרת סרגל). המרחק הקצר ביותר יכול להיות גם בין נקודה מסוימת לבין הצבר ה-1 שקיבלנו. חשבו את ערכי הנקודה שהיא אמצע של המרחק ביניהן. בדוגמה שלנו, שתי הנקודות הקרובות ביותר הן של ארצות הברית ובריטניה, ולכן הנקודה במרכז המרחק ביניהן תהיה צבר 2.

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)

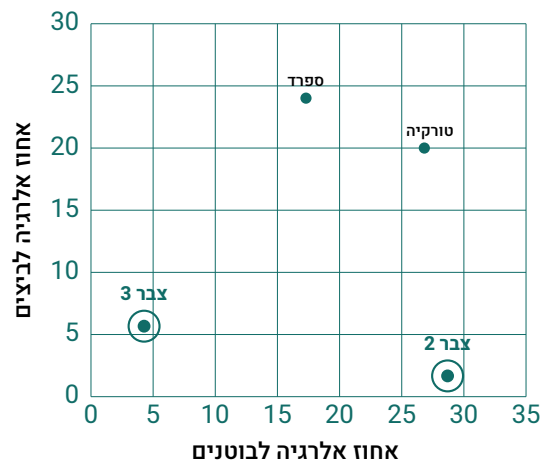


כעת יש בגרף את הצברים הבאים:

מדינות	מספר הצבר
ישראל וסינגפור	1
ארצות הברית ובריטניה	2

1. הצבר הבא בדוגמה שלנו מורכב מיפן, וצבר 1.

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)

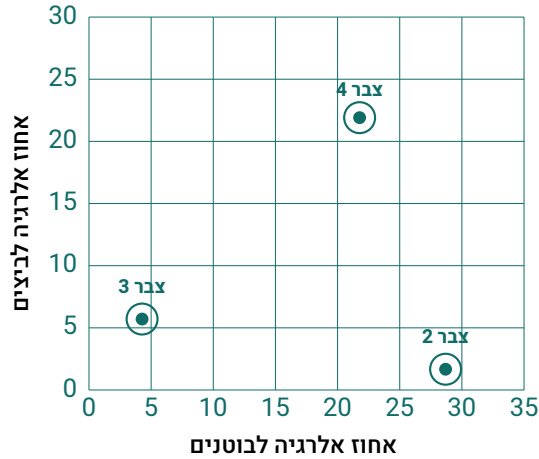


הצברים שבגרף הם:

מדינות	מספר הצבר
ארצות הברית ובריטניה	2
ישראל, סינגפור ויפן	3

ז. נצרף את ספרד וטורקיה זו לזו:

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)

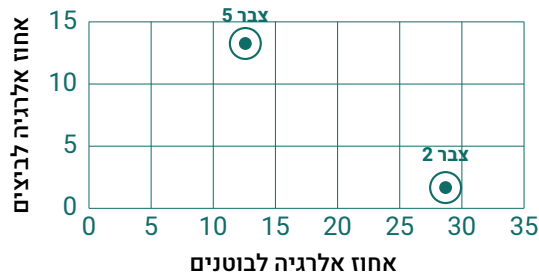


עתה יש את הצברים:

מדינות	מספר הצבר
ארצות הברית ובריטניה	2
ישראל, סינגפור ויפן	3
ספרד וטורקיה	4

ה. את צבר 3 ו-4:

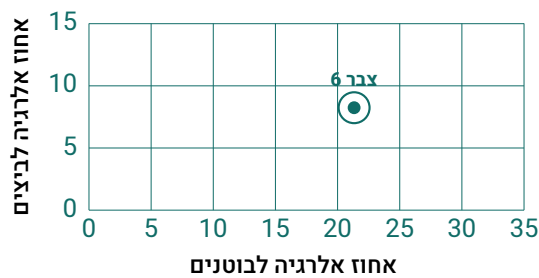
אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)



מדינות	מספר הצבר
ארצות הברית ובריטניה	2
ישראל, סינגפור, יפן, ספרד וטורקיה	5

ט. ואת צבר 5 ו-2:

אלרגיה לבוטנים מול אלרגיה לביצים (% מסך כל מקרי האלרגיה במדינה)



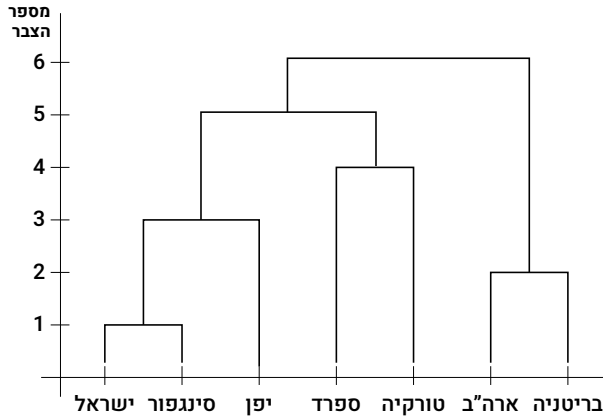
מדינות	מספר הצבר
ארצות הברית, בריטניה, ישראל, סינגפור, יפן, ספרד וטורקיה	6

ניתוח הנתונים – יצירת תרשים

21. א. עתה ניצור גרף נוסף שבו על ציר ה-X נסמן את 7 המדינות שבחרנו במרחקים שווים ביניהן.

למורה: הכוונה היא לדנדרוגרמה, כפי שנעשה בעבור התלמידים בכיתה. גם כאן, אין חשיבות לסדר של המדינות על ציר ה-X אבל יש לסדר אותן כך שהקווים שמחברים ביניהן בתרשים לא יצטלבו.

ב. על ציר ה-Y נסמן 6 שנתות המציינות את מספר הצברים שקיבלנו (אלה מסמנים את הדמיון היחסי בין המדינות מבחינת נתוני האלרגיות). גרף זה ישמש אותנו לבניית צברים של מדינות שדומות זו לזו ביותר על פי החישובים שביצענו עד כה על הנתונים.



קיבלנו צורת עץ הפוך, שבו הגזע הוא החלק העליון, והוא מייצג את הצבר שמכיל את כל המדינות שבדקנו. שבעת הענפים בקצהו התחתון של העץ מייצגים מדינות בודדות. תרשים כזה מכונה דנדרוגרמה או תרשים אילן.

ניתוח התרשים

השיטה שבה השתמשנו ליצירת הצברים אינה קובעת לנו על כמה צברים להסתכל כדי לנתח את התרשים. מספר הצברים עליהם נסתכל נקבע על פי התמונה המשמעותית ביותר שאנחנו יכולים לקבל מהעץ. תמונה שניתן ללמוד ממנה משהו חדש, שלא תהיה "מפורקת מידי" כמו הענפים האחרונים ולא "מחוברת מידי" כמו הגזע. לרוב מסמנים קו סף, שממנו ומטה מנסים לייחס משמעות לצברים. את הנתונים שלנו החלטנו לחלק לפחות לשלושת הצברים: יפן סינגפור וישראל; טורקיה וספרד; בריטניה וארה"ב.

למורה:

כפי שהתלמידים למדו בפרק האנלוגיה מחיי היום-יום (ראו בפרק: על אילו צברים להסתכל, שאלות 7-9), ככל שקו הסף (המקווקו הכתום) יהיה נמוך יותר נקבל יותר צברים שמורכבים מפרטים (במקרה זה – מדינות) שיש ביניהם יותר דמיון באחוזים של שתי האלרגיות. ככל שקו הסף יהיה גבוה יותר, נקבל פחות צברים אבל הדמיון בין הפרטים המרכיבים אותם ילך ויקטן. כדי שיהיו מספיק צברים שיש בתוכם דמיון יחסי בין הפרטים, מחפשים ערך ביניים.

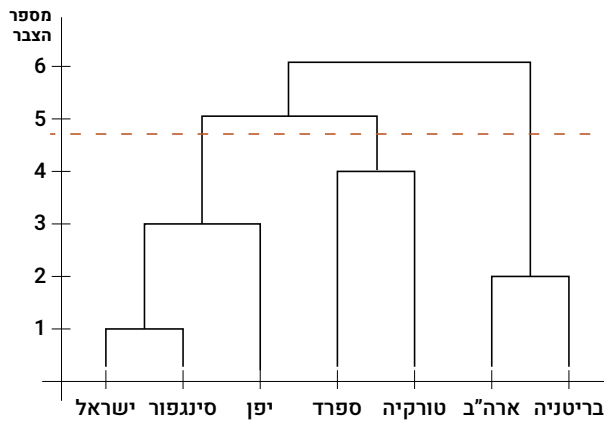
אם אתם חושבים שכדאי שוב לחזק את ההבנה הזאת בקרב התלמידים, אפשר לשאול כאן שוב:

1. מה יקרה אם נעביר את הקו המקווקו מתחת למספר 3?

נקבל רק שני צברים, שאר המדינות לא יהיו בצברים, אלא יחידות. המדינות היחידות יהיו כמובן זהות לעצמן.

2. מה יקרה אם נעביר את הקו המקווקו מעל למספר 5?

נקבל שני צברים בלבד, שיכילו מדינות שמאוד שונות זו מזו.



22. א. על איזה סוג של שאלות יכול גרף כזה לענות?

למורה: כאן כתובות רק שאלות לדוגמה. בפועל התלמידים אמורים להעלות שאלות.

כזכור, יצאנו מהשוואה בין אחוז האלרגיות לבוטנים ואחוז האלרגיות לביצים בין מדינות שונות. לכן שאלות שהגרף יכול לענות עליהן יהיו לדוגמה:

שאלה: מיהן המדינות הדומות זו לזו ביותר בחלק היחסי של שתי אלרגיות אלה? תשובה: ישראל וסינגפור

שאלה: אילו מדינות מאוד שונות זו מזו?

תשובה: ארה"ב ובריטניה מסינגפור וישראל

ב. אילו השערות תוכלו להעלות לאור הגרף?

23. קראו על המדינות שהשוויתם. האם יש מידע שיכול להסביר את ההבדלים או את הדמיון בין המדינות בפרופיל האלרגיות שבדקתם?

24. אילו שאלות המשך הייתם שואלים?

למורה: כאן כתובות רק שאלות לדוגמה. בפועל התלמידים אמורים להעלות שאלות.

האם קיים דמיון בין מדינות אלה גם באלרגיות אחרות?

אם נבדוק עוד מדינות לשתי אלרגיות אלה, אילו צברים נקבל?

האם קיים הבדל בין מדינות על פי האקלים? על פי השיפה לשמש? על פי תזונה מבוססת פירות ים? על פי תזונה מבוססת ירקות?

שאלת החקר שלכם:

למורה: בלימודים הבית-ספריים מקובל כי שאלת חקר מנוסחת כך שהיא שואלת על הקשר בין משתנה משפיע למשתנה מושפע. בחלק זה ניתן ומתבקש להעלות מגוון שאלות, שאינן במבנה זה. בעולם האמיתי שאלות חקר יכולות להופיע במגוון אופנים. זאת משום שמחקרים רבים אינם מתמקדים במציאת קשר בין משתנה משפיע למושפע.

כל אחד מהקבצים מטה מציג חלק ממאגר הנתונים המלא. תוכלו לבחור על איזה מהם לשאול את שאלת החקר. בקשו את הקובץ המתאים מהמורה:
קובץ א': כלל האוכלוסיה (מבוגרים ונוער).
קובץ ב': נוער בלבד.

למורה: כל אחד מהקבצים מציג נתונים לגבי קבוצת גיל שונה שהם חלק מתוך מאגר הנתונים המלא. התלמידים יכולים לבחור על איזה מהם לשאול את שאלת המחקר שלהם.
נא לא לבצע שינויים בקבצים עצמם. יש להוריד למחשב כקבצי אקסל ואותם לשלוח לתלמידים.

- [כל הפגות הסקאניה](#)
- [השבייה](#)

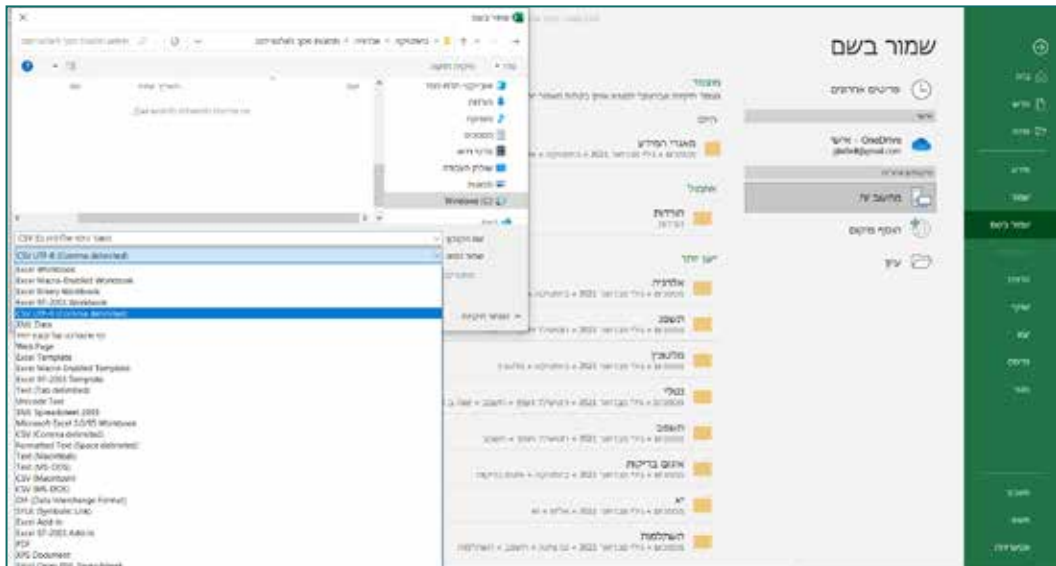
25. א. העלו שאלת חקר שהייתם מעוניינים לבדוק באמצעות המאגר.
ב. לאיזו תיאוריה להתפתחות אלרגיה מתקשרת שאלת החקר שלכם?
ג. בהתאם לשאלתכם, בחרו מתוך מאגר הנתונים שני סוגי אלרגיות להשוואה בין המדינות.
26. צרו בקובץ חדש טבלת אקסל שבה יהיו רק הנתונים של האלרגיות והמדינות שבחרתם.
א. הטבלה (ראו דוגמה) צריכה להכיל עמודת מדינות, עמודת אלרגיה א (לדוגמה: חיטה) ועמודת אלרגיה ב (לדוגמה: ביצי תרנגולת).

למורה: טבלה לדוגמה. נא לא לבצע שינויים בקובץ. יש להוריד למחשב כקובץ וורד ואותו לשלוח לתלמידים.

ב. יש למחוק מהטבלה מדינות שבעבורן חסר נתון אחד או יותר (כלומר, הטבלה צריכה להכיל רק תאים מלאים עם נתונים).
ג. הנתונים בטבלה שלכם רשומים כאחוזים. העבירו אותם לשברים עשרוניים: סמנו רק את התאים עם המספרים, ובסרגל העליון בחרו את האפשרות "מספר".

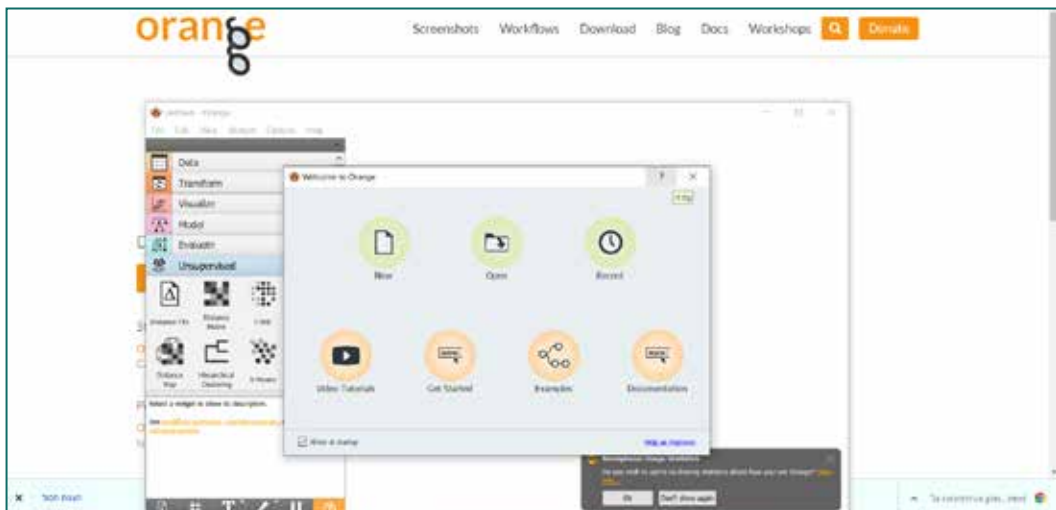
מדינה	אלרגיה	א	ב
אוסטריה	חיטה	0.01	0.01
אוסטריה	ביצי תרנגולת	0.00	0.13
אוסטריה	שומן	0.00	0.00
אוסטריה	שומן	0.07	0.00
אוסטריה	שומן	0.00	0.00
אוסטריה	שומן	0.03	0.00
אוסטריה	שומן	0.10	0.12
אוסטריה	שומן	0.15	0.00
אוסטריה	שומן	0.07	0.01
אוסטריה	שומן	0.18	0.12
אוסטריה	שומן	0.07	0.01
אוסטריה	שומן	0.13	0.00
אוסטריה	שומן	0.08	0.02
אוסטריה	שומן	0.02	0.00
אוסטריה	שומן	0.04	0.00
אוסטריה	שומן	0.00	0.00

ד. באמצעות "שמירה בשם" שמרו את הטבלה שלכם כסוג (UTF-8) CVS.

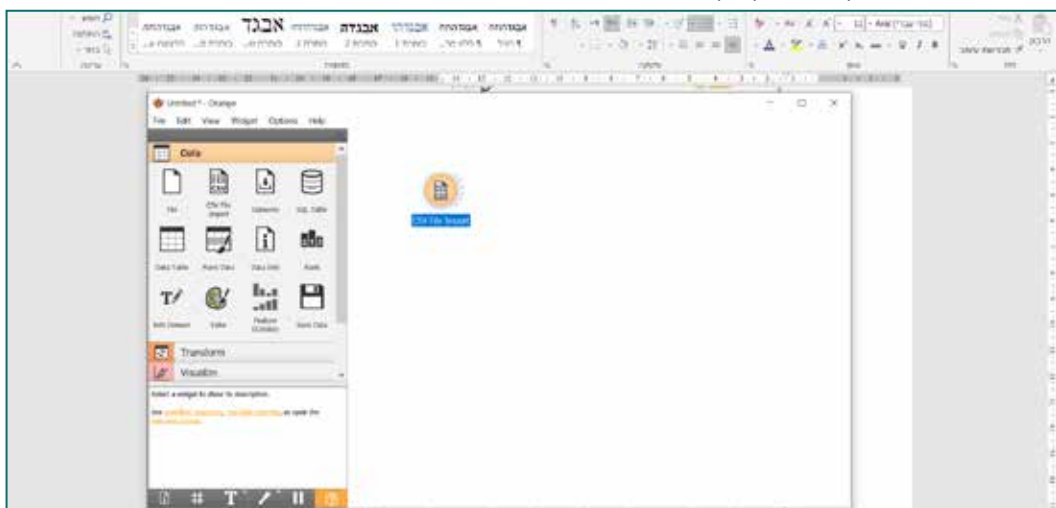


ה. הורידו למחשב שלכם את [האפליקציה Orange](#). אפליקציה זאת תשמש אותכם ליצירת צברי המדינות על פי האלרגיות שבחתם.

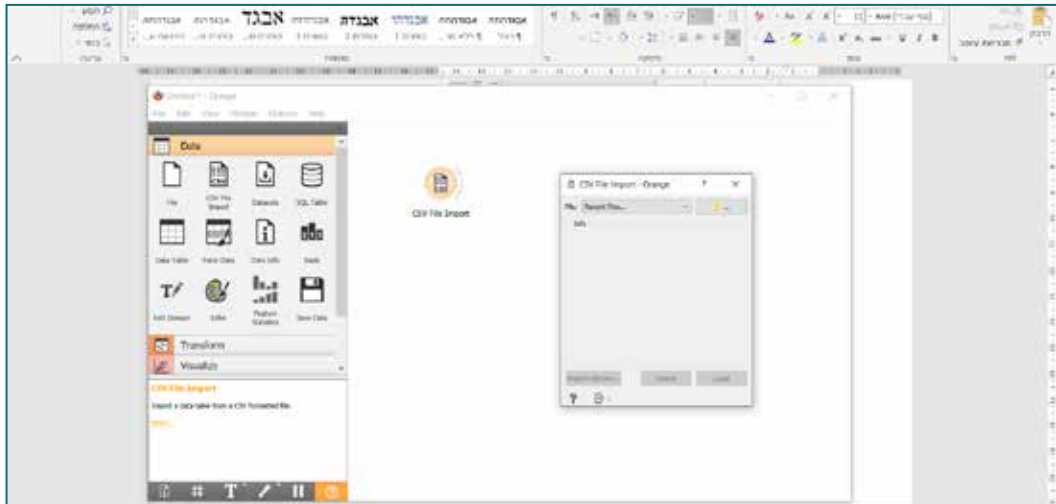
1. פיתחו את האפליקציה מהמחשב שלכם. במסך שהתקבל בחרו באפשרות New (בעיגול ירוק משמאל בשורה העליונה, חץ כחול בתמונה). פעולה זאת פותחת קובץ חדש.



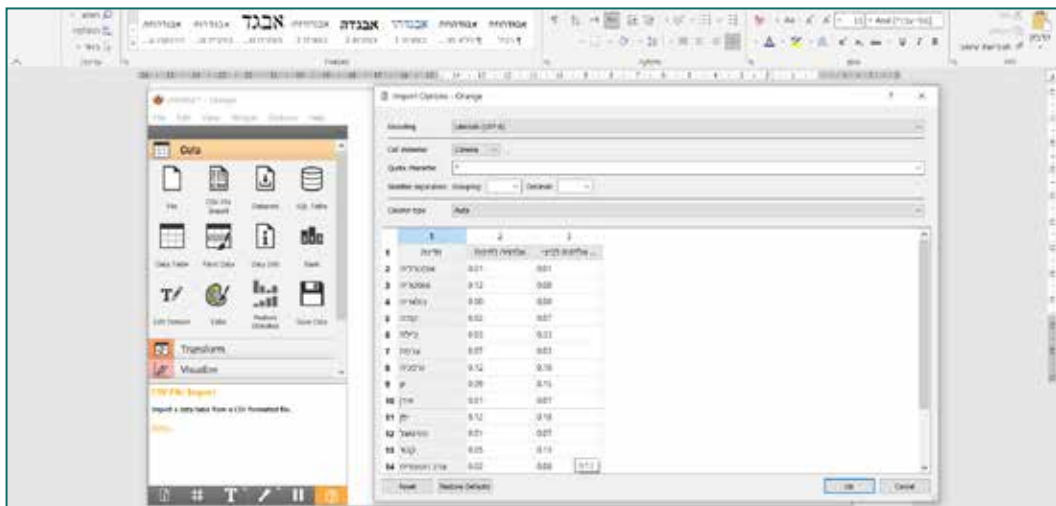
ז. משמאל נמצא סרגל של אפשרויות. בחרו באפשרות Data (חץ כחול), וגררו עם העכבר את הרכיב cvs file import אל המרחב הלבן של הקובץ.



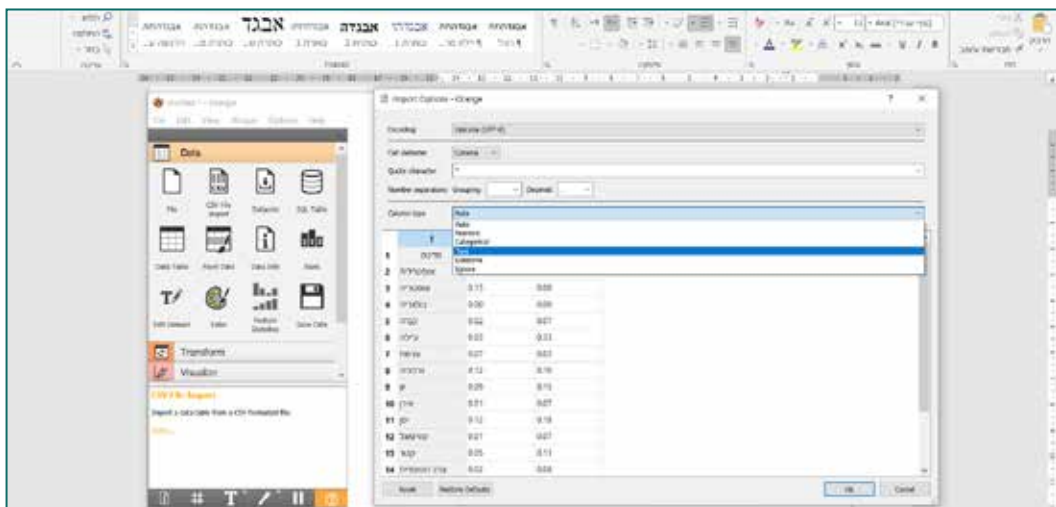
ח. הקליקו פעמיים על הרכיב שגררתם, לפתיחת תיבת שיחה. באמצעות הדפדפן (חץ כחול) בחרו במחשב שלכם את טבלת האקסל שהכנתם.



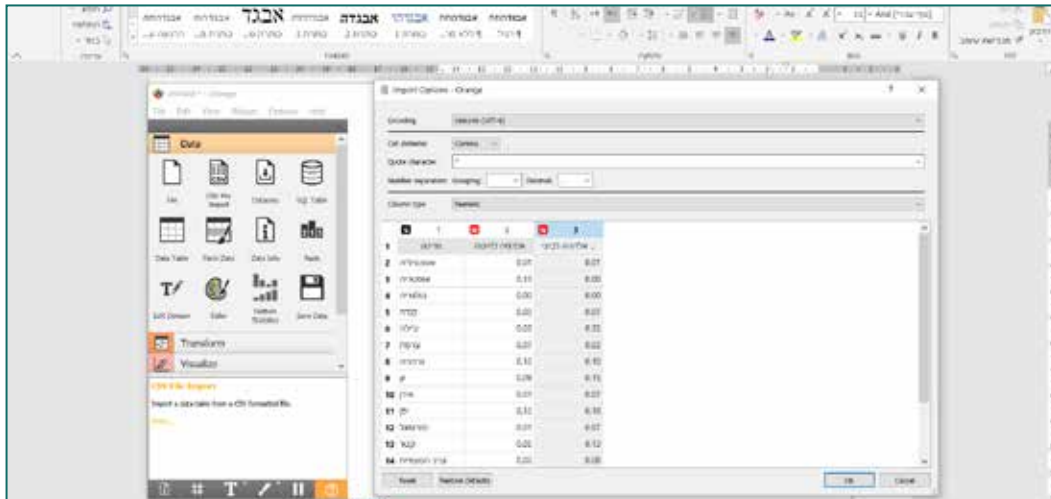
לאחר שבחרתם, הטבלה הראשונית מופיעה בקובץ של orange:



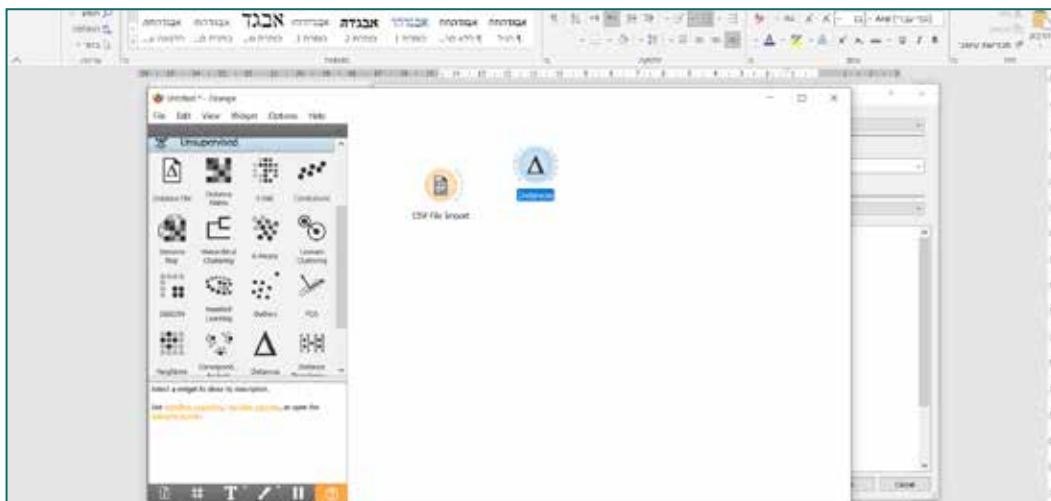
ט. סמנו עם העכבר את העמודה הראשונה (1) עם שם המדינות, ובאמצעות column type בחרו באפשרות Text. סמנו את העמודה השנייה (2) ובחרו הפעם באפשרות Numeric. חזרו על אותה פעולה גם בעמודה השלישית (3).



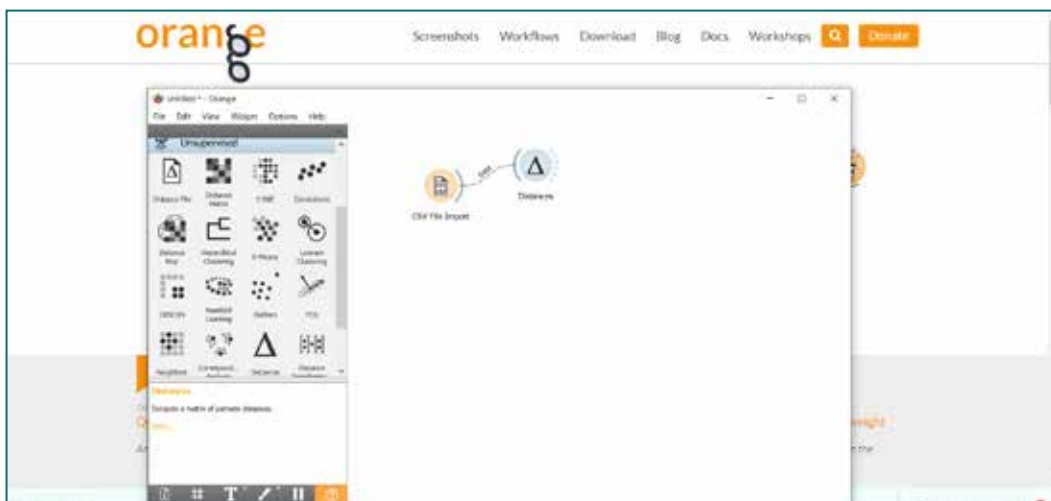
בטבלה תראו סימון מתאים (S או N) בראש כל עמודה.
 סיימו בלחיצה על OK למטה (חץ כחול).



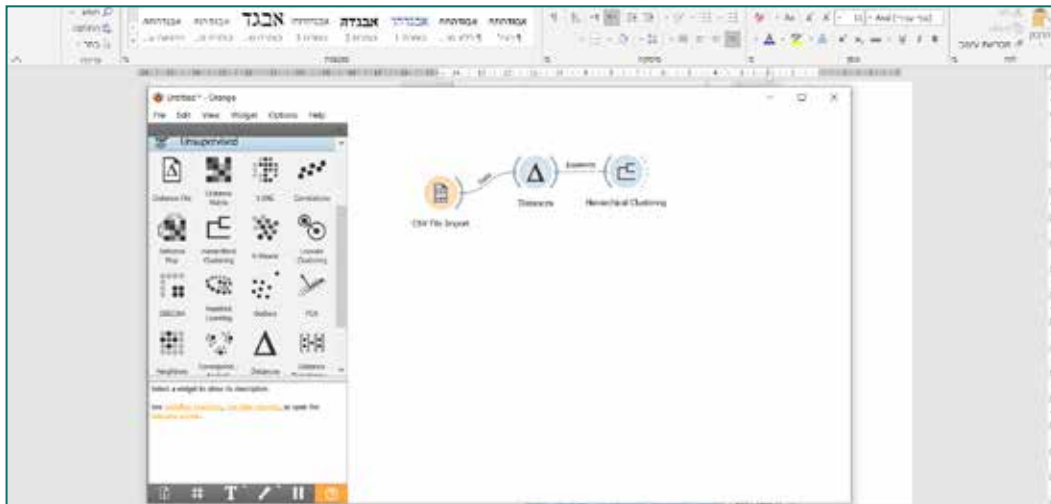
י. חזרו לסרגל השמאלי של קובץ ה-orange שלכם, בחרו באפשרות Unsupervised, וגררו את הרכיב Distances (עם תמונת משולש) למרחב הלבן. שימו לב לא להתבלבל ברכיב distance file שהסמל שלו משולש בתוך מלבן).



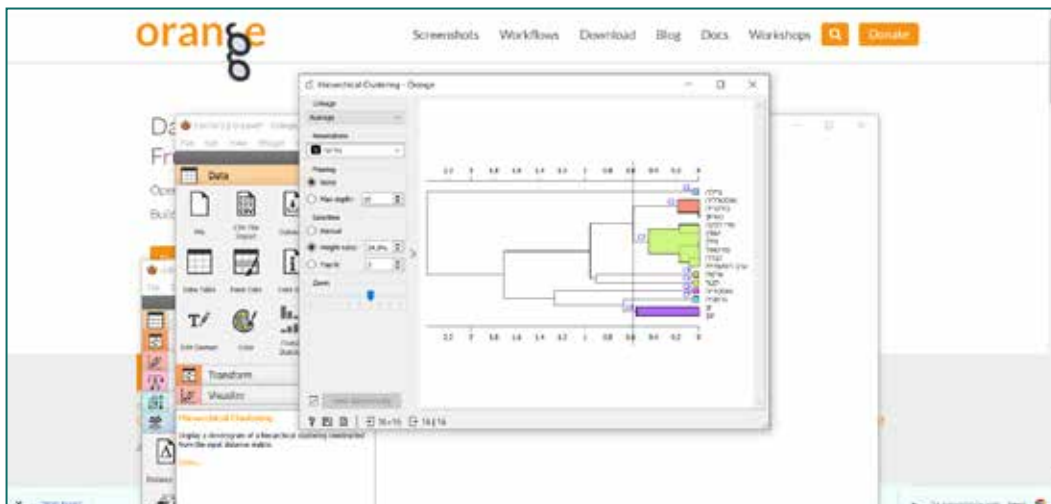
יא. עמדו עם העכבר על הקיווקו האפור של הרכיב cvs file import ומשכו ממנו קו אפור לרכיב Distances.



יב. באותה לשונית בסרגל משמאל בחרו את הרכיב hierarchical clustering וגררו אותו למרחב הלבן. צרו קשר בין הקיווקו האפור של הרכיב Distances לבין הרכיב hierarchical clustering.



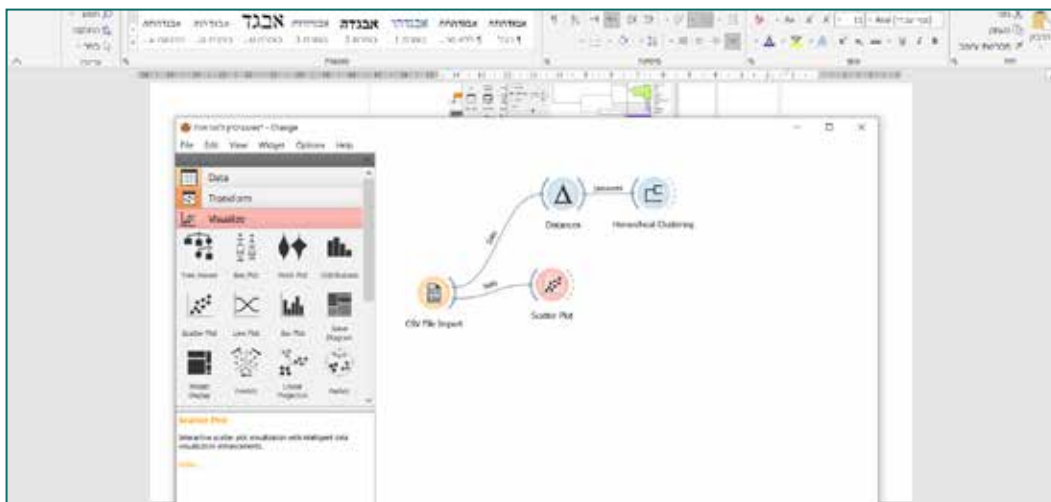
יג. הקליקו פעמיים על הרכיב hierarchical clustering. קיבלתם דנדרוגרמה של הנתונים שלכם. שימו לב לקו השחור המקווקו – תוכלו להזיז אותו ימינה ושמאלה.



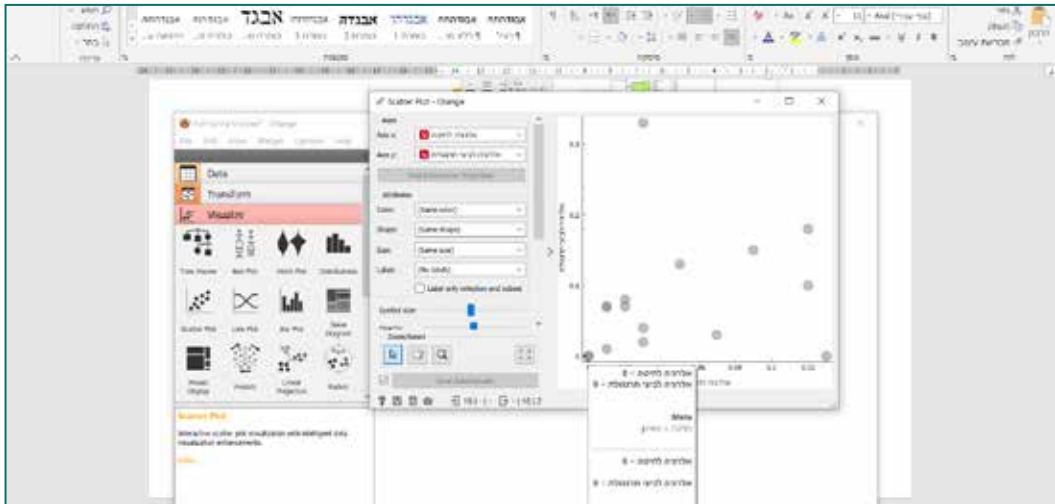
יד. תנו לקובץ שיצרתם שם ושמרו אותו.

טו. אפשר להוסיף גם גרף רגיל לקובץ שלכם:

בסרגל השמאלי בחרו באפשרות Visualize ברכיב scatter plot. קשרו אותו לרכיב csv File Import.



הקליקו עליו פעמיים ותקבלו גרף פיזור של נתונים הטבלה שלכם. אם תניחו את העכבר על אחד הנקודות תוכלו לקבל את הפרטים של המדינות באותה נקודה.



סיכום

27. נסחו תשובה מנומקת לשאלת החקר שלכם. התשובה צריכה לכלול:

- א. הסבר קצר מהי אלרגיה, והסבר על התיאוריה הרלבנטית שמתקשרת לתוצאות שקיבלתם.
- ב. את שאלת החקר ששאלתם
- ג. התוצאות שלכם: הגרף/הגרפים שקיבלתם לאחר הפעלת האלגוריתם
- ד. ניתוח של התוצאות מהפעלת שיטת הצברים:
 - אילו מדינות דומות ואילו מדינות שונות זו מזו?
 - איזה מידע מצאתם על המדינות שיכול להסביר את ההבדלים בין הצברים ואת הדמיון בין המדינות שבתוך הצברים?
 - הסבר כיצד הצברים שמצאתם תומכים לדעתכם בתיאוריה המתקשרת לשאלת החקר שלכם בהקשר לאלרגיות שבדקתם או מפריכים אותה.
 - פירוט המדינות שנתוניהן פחות מתאימים להסבר שהעליתם. הקפידו לציין כמה הן מתוך כלל המדינות שבדקתם.
- ה. האם לדעתכם המדינות היוצאות מהכלל מחלישות את ההסבר שלכם או מחזקות אותו?
 - ו. איזו שאלת מחקר חדשה הייתם שואלים לאור הממצאים שלכם?

עם הפנים לקהילה

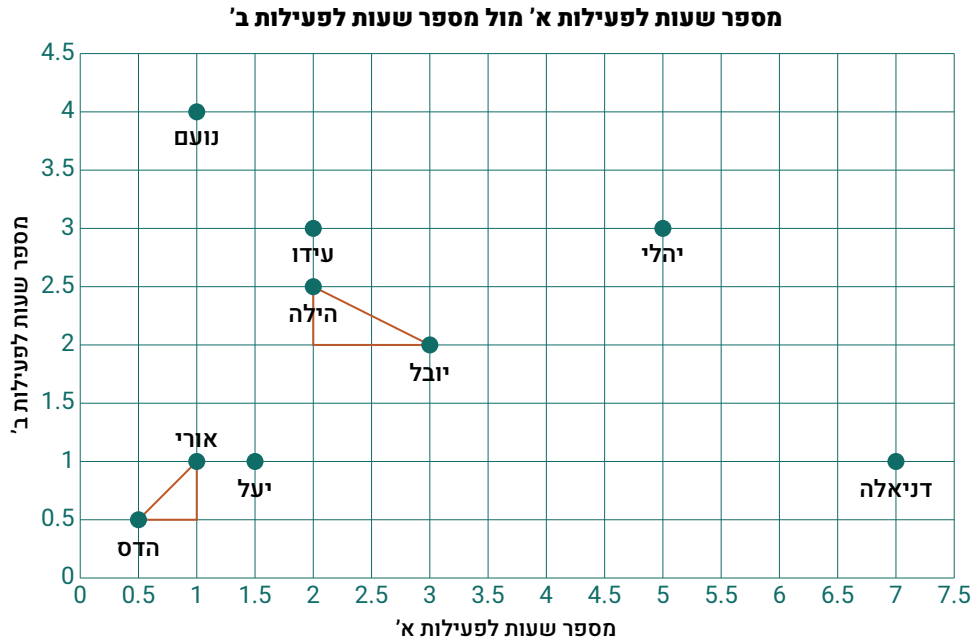
בסרטון מספרים ילדים ובני נוער על החיים עם אלרגיה מסכנת חיים למזון.

28. מהי התחושה שלכם לאחר הצפייה בסרטון?

29. בני הנוער בסרטון מתארים בעיות שונות הנובעות מהאלרגיה. בחרו בעיה אחת, והציעו דרך להקל עליה באמצעות פניה לקהילה/לבית הספר.

הרחבות במתמטיקה

בתהליך יצירת הצברים אנחנו מחפשים את זוג הנקודות הקרובות ביותר (ולפעמים יותר מזוג אחד כשיש זוגות במרחקים שווים). בהמשך אנחנו מסמנים את הזוג באמצעות נקודה אחת שהיא אמצע הקטע המחבר ביניהן. כיצד נבצע זאת?

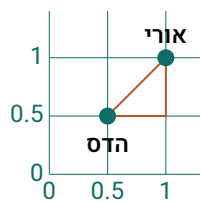


מציאת הנקודות הקרובות ביותר לשם יצירת צברים על פי שתי תכונות

ככל ששתי נקודות קרובות יותר זו לזו, התלמידים שהנקודות מייצגות דומים יותר זה לזה מבחינת השעות שהם מקדישים לשתי הפעילויות שנבחרו.

הדרך הנוחה להשוות בין המרחקים היא ביחידות של מערכת הצירים.

אחת הדרכים לעשות זאת היא בעזרת משפט פיתגורס: $a^2 + b^2 = c^2$ יותר = ניצב + $a^2 + b^2 = c^2$ או בביטוי אלגברי $a^2 + b^2 = c^2$ למעשה אפשר לראות גם ללא מדידה שהמרחק בין אורי והדס קטן מהמרחק בין הילה ויובל. בכל זאת נחשב כאן את שני המרחקים באמצעות משפט פיתגורס לצורך ההדגמה. המרחק בין אורי והדס ביחידות של מערכת הצירים:



לשם כך נעביר דרך הנקודה המייצגת את הדס ישר מקביל לציר ה- x , (במקרה זה קו הסריג העובר דרך הנקודה). נעביר דרך הנקודה המייצגת את אורי ישר מקביל לציר ה- y (גם הוא על הסריג), ונקבל משולש ישר זווית. בדוגמה שלנו $a=1$, $b=1$ ולכן:

$$c^2 = a^2 + b^2 = 1 + 1 = 2$$

$$c = \sqrt{2} \approx 1.41$$

מרחק בין הילה ויובל: $a=2$, $b=1$ ולכן

$$c^2 = a^2 + b^2 = 2^2 + 1^2 = 5$$

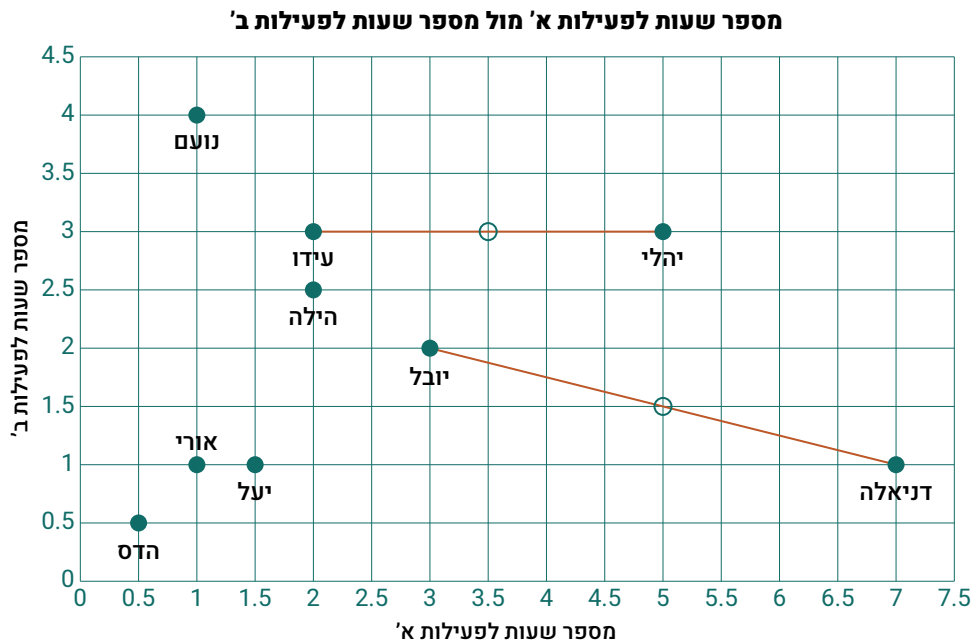
$$c = \sqrt{5} \approx 2.236$$

$$c^2 = a^2 + b^2 = 1 + 1 = 2$$

$$c = \sqrt{2} \approx 2.236$$

מציאת אמצע הקטע בין שתי נקודות

למורה: הדיון המתמטי המובא כאן נועד להבין את חישוב אמצע המרחק בין שתי נקודות על גרף. הדיון בנוי כך, שקודם רואים התלמידים את הנתונים ומנסים למצוא את הכלל ולנסח אותו במילים שלהם, ורק אחר כך מציגים להם את הכלל באמצעות ביטוי מתמטי.



במערכת הצירים מסורטטות שתי נקודות לבנות: האחת בדיוק באמצע בין יהלי ועידו והשנייה בדיוק באמצע בין יובל ודניאלה. רשמו את שיעורי הנקודות המתאימות:

נקודת האמצע	יהלי	עידו	נקודת האמצע	יובל	דניאלה	נקודת האמצע
(5,3)	(2,3)	(3.5,3)	(3,2)	(7,1)	(5,1.5)	

האם אתם רואים קשר בין שיעורי נקודת אמצע הקטע לבין שיעורי נקודות קצה הקטע? שיעורי נקודות האמצע הם הממוצעים של שיעורי נקודות הקצה.

$$\left(\frac{x_A + x_B}{2}, \frac{y_A + y_B}{2} \right) : \text{נקודת אמצע הקטע שקצותיו בנקודות A ו-B}$$

הביטוי x_A מתייחס לשיעור ה-x של הנקודה A.