



המרכז הישראלי למצוינות בחינוך
Israel Center for Excellence
through Education



מצוינות
2000
יסודי

המכון למצוינות בהוראה

שעשועי אקסל

ד"ר קובי בן-ברק



מדעים – יסודי

מהדורת אלול תשע"ח – לפני עריכה סופית

אוגוסט 2018

© כל הזכויות שמורות למרכז הישראלי למצוינות בחינוך ולמשרד החינוך.
חומרי הלימוד הנם לשימוש בהוראת תכנית "מצוינות 2000" בלבד. אין להפיצם בלא
רשות, מראש ובכתב.

הקדמה

מיומנויות מחשב הינן חלק בלתי נפרד מעולמנו, ובוודאי מעולמם של מדענים. רכישת מיומנויות מחשב, בעיקר בתוכנות המיועדות לטיפול בבעיות פמותיות, הינה חלק חשוב בחינוך המדעי, החל מגילאי הכיתות הגבוהות של בית-הספר היסודי.

שני דגשים ליחידה זו: הראשונה היא שליטה במיומנות הבסיסיות של התוכנה החשובה מאד לאנשים העוסקים במדעים – תוכנת ה-Excel. במהלך ההוראה של השימוש בתוכנה נשיג גם מטרה נוספת, והיא היכרות עם מספר תופעות טבע וגם תופעות חברתיות הלקוחות מחיי היום-יום. חלק מהנושאים המדעיים המוצגים ביחידה הם מורכבים יותר, אולם הם מהווים הזדמנות להרחיב את אופקיהם של התלמידים המצטיינים ולאתגר אותם.

המטרות של יחידת לימוד זו הן צנועות. אין הכוונה להפוך את התלמידים למומחים בתוכנת ה-Excel, ואף לא בתופעות המדעיות בהן עוסקים הפרקים, אלא רק ליצור היכרות ראשונה עם האופן בו יכולה התוכנה לעזור לנו בפתרון בעיות פמותיות ובהצגת נתונים.

תוכנת ה-Excel היא בעלת יכולות נפלאות ורבות בהן לא נעמיק, ולכן כל מורה המעוניין להמשיך ולהעמיק בהכרת התכונות המתקדמות של התוכנה יוכל למצוא שפע של מקורות מידע.

כפי שתגלו במהרה, פתרון הבעיות המוצגות אינו רק טכני, וכדי להגיע לפתרונות לא ניתן להסתפק בלחיצה על העכבר או על מקשי המקלדת. הלחיצה על המקש הנכון היא תוצאה של חשיבה ברמה גבוהה, וכך תוכל יחידת לימוד זו לטפח גם את יכולת החשיבה של התלמידים.

מבנה יחידת הלימוד

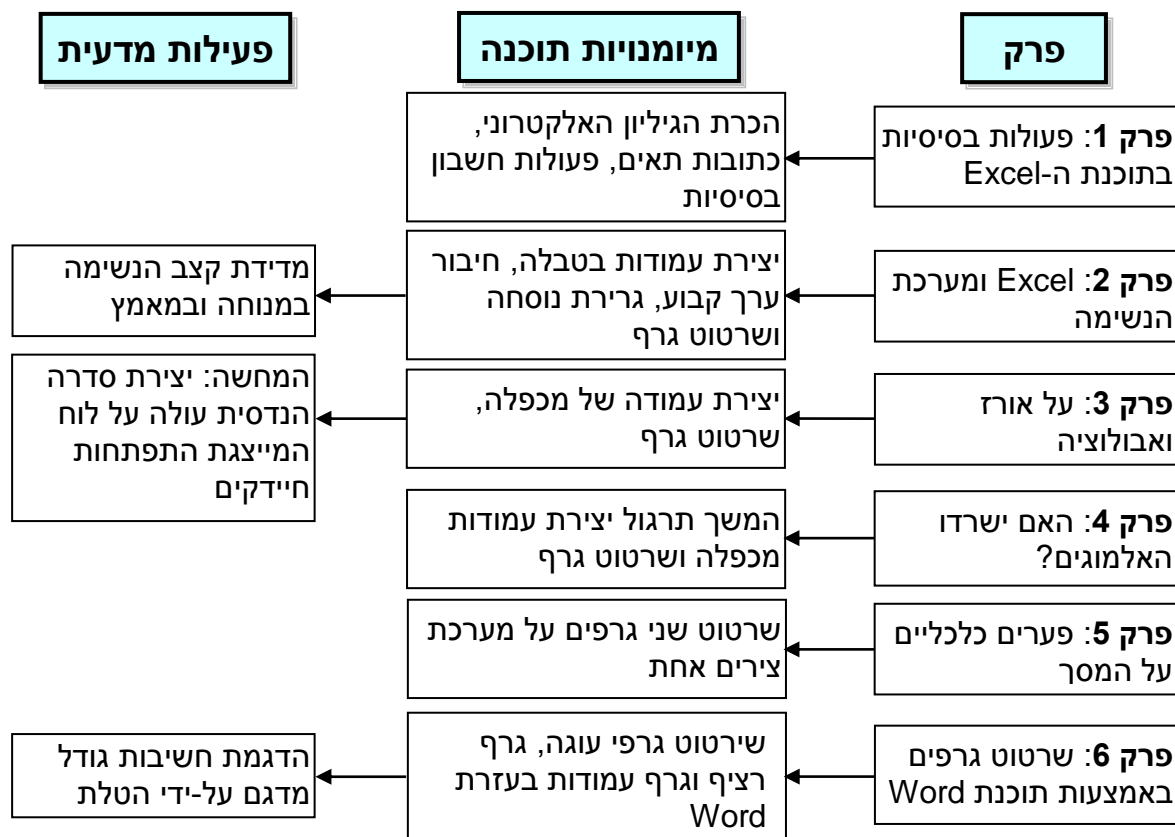
היחידה מחולקת לפרקים בדרגות קושי הולכות ועולות, כאשר חלק מהן מתבססות על התנסות:

הפרק הראשון ילמד אותנו את הפעולות הבסיסיות בתוכנה זו.

בפרק השני נבחן מספר תכונות של מערכת הנשימה, ודרכה נלמד כיצד ליצור טבלה פשוטה וכיצד לשרטט בגרף את התוצאות המוצגות בה.

בפרק השלישי נראה כיצד תוכל הדגמה עם פתיתי אורז ואחריה הדמיה בעזרת התוכנה ללמד אותנו היבט חשוב של התורה הבסיסית ביותר בביוגיה – תורת האבולוציה. בהמשך הפרק נראה מה המשמעות המעשית של "התפוצצות אוכלוסייה", תהליך אותו קשה לנו לתפוס במוחנו, המורגל בתהליכים פשוטים.

בפרק הרביעי נפגוש בעיה אקולוגית מורכבת - תנאי המחיה של אלמוגים בעומק הים - ובה יבואו לידי ביטוי היתרון הבולט של תוכנת ה-Excel – יכולתה לבצע חישובים במהירות. הפרק החמישי יהיה בעל אופי חברתי יותר, ובו נראה כיצד יכולה התוכנה לעזור לנו לראות על מסך המחשב כיצד נוצרים פערים כלכליים ואף גדלים עם הזמן. בפרק השישי נלמד כיצד נוכל לשרטט גרפים משלושת הסוגים – גרף עוגה, גרף עמודות וגרף רציף – בעזרת תוכנת Word, תוכנה המופקרת לרבים מאיתנו יותר מאשר תוכנת ה-Excel.



כפי שבוודאי הבחנתם, כל פרק עוסק בתופעה שונה. בפתחת כל פרק דונו עם התלמידים בקצרה על הרקע המדעי של נושא הפרק, ולאחר מכן יראו התלמידים כיצד יוכל השימוש בתוכנה להעמיק את ההבנה של הנושא. כך יהפוך כל פרק לפרק הוראה קצר בנושא הספציפי, יחד עם חיזוק מיומנויות השימוש בתוכנה. בשניים מן הפרקים יאספו התלמידים נתונים בניסויים אותם יערכו, ויתרגלו את מיומנויות התוכנה על תוצאות אותן הם השיגו במו ידיהם.

פתרונו של כל פרק מסתמך על המיומנויות שנלמדו בשאלות הקודמות לה.

מהלך ההוראה

יש להורות את היחידה בחדר המחשבים, או בכיתה עם מחשב נייד לכל תלמיד או שניים. מומלץ שלא להורות את הנושא ברצף אחד ממושך, אלא לחלק אותו למקטעים. למשל, מומלץ להתחיל להורות את פרקי היחידה משך 2-3 שיעורים כפולים, לעשות הפוגה של מספר שבועות ולחזור ל-2-3 שיעורים נוספים במועד מאוחר יותר. אתם רשאים כמובן להורות את היחידה בכל מערך הוראה אחר בו תבחרו.

משך ההוראה

מומלץ להורות את היחידה על כל פרקיה משך 4-5 שיעורים כפולים.

נעבור כעת לפרקים עצמם, הבנויים, כאמור, מן הקל אל הכבד.

פרק 1: ביצוע פעולות חשבון פשוטות בעזרת Excel

מיומנות תוכנה: הכרת הגיליון האלקטרוני, ביצוע חישובים פשוטים

נתחיל בהכרת הגיליון האלקטרוני והתכונות הבסיסיות של תוכנת ה-Excel על-ידי הכרת האופן בו מבצעים בעזרתה את 4 פעולות החשבון הבסיסיות – חיבור, חיסור, כפל וחילוק.

גיליון אלקטרוני: ברגע בו אתם פותחים את תוכנת ה-Excel, נפתח לפניכם **גיליון אלקטרוני**, המחולק לתאים רבים. לכל תא יש כתובת המאופיינת על ידי אות (האותיות כתובות בשורה האופקית העליונה), ו**מספר** - עמודה אנכית ימנית (או שמאלית, אם התוכנה מותאמת לשפה האנגלית).

מספר השורות והעמודות בכל גיליון הוא עצום, כך שמספר התאים העומד לרשותכם הוא אין-סופי מבחינה מעשית. בכל תא תוכלו להציב מספר או נוסחה לחישוב. תוכלו להקליד בתאים גם טקסט, אך יש להדגיש שאפשרויות עריכת טקסט בתוכנת ה-Excel הן דלות מאד ביחס לתוכנת האחות שלה – Word, ולכן יש להשתמש בהקלדת טקסטים רק כעזר, ולא כמטרה עיקרית.

מיומנות תוכנה: נעשה היכרות ראשונה עם הגיליון האלקטרוני ונתיידיד איתו על-ידי ביצוע הפעולות הבסיסיות ביותר - 4 פעולות החשבון. נעשה זאת בשתי שיטות שונות:

א - שיטת החישוב הישיר: זו השיטה הפשוטה ביותר, ובה נבצע את פעולות החשבון כפי שהיינו מבצעים אותן על דף:

D	C	B	A	
				1
				2
	=5+3	→ enter		3
	=5-3	→ enter		4
	=5*3	→ enter		5
	=5/3	→ enter		6
				7
				8
				9
				10

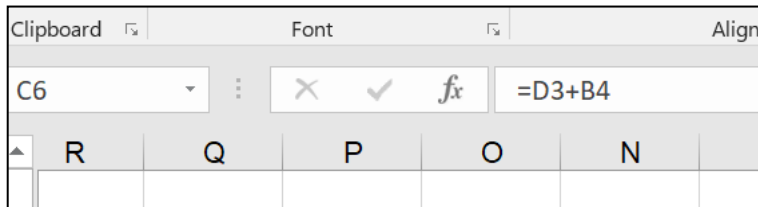
שיטת החישוב הישיר

עברו לכתובה משמאל לימין (כתיבה באנגלית). המעבר בין שפות נעשה על-ידי alt+shift.

רשמו תחילה באחד התאים (לא חשוב היכן) את הסימן =, ולאחר מכן את המספרים ואת הפעולה אותה יש לבצע, ממש כמו בכתיבה במחברת. בסיום לחצו enter, והתוצאה תופיע בתא.

ב - השימוש בכתובת התאים: שיטה זו מורכבת יותר, ובה נציג לתלמידים את מושג ה"כתובת". כפי שהזכרנו, לכל תא בגיליון האלקטרוני יש כתובת המוגדרת לפי העמודה האנכית (המצוינת על-ידי אות), ולפי השורה האופקית (המצוינת על-ידי ספרה). נכתוב את הספרה 5 בעמודה D ובשורה 3 (או בכל תא אחר על פני הגיליון). כתובתה, אם כך, היא D3.

נכתוב את המספר 3 בתא B4 (או בכל תא אחר על פני הגיליון). אם אנו מעוניינים לחבר את המספרים 5 ו-3, נחבר אותם באמצעות ציון כתובות התאים. כך נעשה עבור כל אחת מ-4 פעולות החשבון.



שימו לב שבתא בו בצעתם את פעולת החשבון תופיע התוצאה. אך אם תרימו את עיניכם אל שורת הנוסחאות, תראו את

הנוסחה אותה כתבתם. אם שגיתם בכתיבת הנוסחה, או אם אתם מעוניינים לשנות אותה, תוכלו לעשות זאת בנוסחה המוצגת בשורת הנוסחאות (ראו תמונה).

D	C	B	A	
				1
				2
	5			3
		3		4
	=D3+B4	→	enter	5
	=D3-B4	→	enter	6
	=D3*B4	→	enter	7
	=D3/B4	→	enter	8
				9
				10
				11
				12

שיטת סימון התאים

עברו לכתיבה משמאל לימין. רשמו את הסימן **=**, סימן המורה לתוכנה לבצע חישוב, ואז לחצו על תא D3. הוסיפו את פעולת החשבון בה אתם מעוניינים (+, -, *, /), ולחצו על התא B4. המספרים יכולים להיות ממוקמים בכל תא בגיליון האלקטרוני, וכך גם התא בו אתם עורכים את החישוב. בסיום לחץ enter, והתוצאה תופיע בתא (והנוסחה בשורת הנוסחאות).

כדי לתרגל, הציגו על הלוח מספר תרגילים בסיסיים אקראיים כמו: $4*10$, $25-12$, $8+4$, $120/3$ ועוד, ובקשו מהתלמידים לבצע תרגילים אלה בשתי השיטות – השיטה הישירה ושיטת סימון התאים.

לאחר שתחושו שהתלמידים שולטים בפעולות אלה ברמה סבירה, הבה ניגש לשאלות מעניינות יותר:

פרק 2: Excel ומערכת הנשימה

מיומנות תוכנה: יצירת ערכים עולים בעמודה, חישוב נוסחת חיבור פשוטה, גרירת נוסחה, שרטוט גרף לפי טבלה.

מיומנויות מדעיות: הכרת מערכת הנשימה במנוחה ובמאמץ, הסקת מסקנות מגרף, היכרות עם סדרה הנדסית עולה.

הקדמה

החמצן המגיע מן האוויר אל התאים באמצעות מערכות הנשימה והדם, מתרכב עם הסוכר הנמצא בתאים וכך נוצרת אנרגיה רבה המאפשרת לשרירים ולתאים לפעול. זהו תהליך הנשימה התאית.

קצב אספקת החמצן הוא, לכן, קריטי לפעולה תקינה של הגוף, גם במצבי מנוחה וגם בעת מאמץ, ולכן נשאל את השאלה; מהו קצב הנשימות של ילד (או ילדה) במצב מנוחה, ומהו הקצב לאחר פעילות גופנית?

נענה על שאלה זו על-ידי איסוף נתונים על-ידי התלמידים עצמם. במקביל, באמצעות עיבוד הנתונים, נמשיך ונלמד פעולות יסוד נוספות בתוכנת ה-Excel.

ניסוי 1: קצב הנשימה במנוחה

התחלקו לזוגות. אחד מבני הזוג ישב בנינוחות על כסא. האחר יחזיק שעון עצר (יישום הנמצא בטלפון הנייד) וימדוד את מספר הנשימות שמבצע התלמיד/ה בדקה. מומלץ למדוד את מספר הנשימות ב-3-5 דקות ולחשב את הקצב לדקה.

- בהסתמך על קצב הנשימות לדקה שנמדד, ובהנחה שהקצב יישאר קבוע, חשבו בעזרת תוכנת ה-Excel ושרטטו את מספר הנשימות שינשום התלמיד במהלך שעה אחת.
- התבוננו בגרף ומצאו כמה נשימות ינשום התלמיד משך 40 דקות.

פתרון

D	C	B	A
			1
			2
	מספר הנשימות	זמן (דקות)	3
	12	1	4
		2	5
			6
			7

התלמידים יבנו טבלה ובה עמודת "זמן (דקות)", ועמודת "מספר הנשימות" זו לצד זו, כשעמודת הזמן בצד ימין, כפי שנראה באיור (אם הגיליון בנוי משמאל לימין, יש להציב את עמודת הזמן בצד השמאלי של עמודת מספר הנשימות). כיצד בונים עמודות אלה בקלות בעזרת התוכנה?

יצירת עמודת הזמן: עלינו לבנות עמודה של יחידות זמן של דקות מדקה 1 ועד ל-60 דקות. נכון, אפשר להקליד ידנית את המספרים 1-60. אין זאת שגיאה, אך זו פעולה טרחנית, ובדיוק למטרות אלה פותחו המחשבים.

כתבו את הספרות 1 ו-2 זו תחת זו ב-2 תאים אקראיים (תאים B4 ו-B5 בדוגמה הזאת). סמנו את שניהם באמצעות העכבר. התא בו נכתבה הספרה "1" יהיה בהיר, והתא תחתיו יהיה כהה. במצב זה מחשבת התוכנה את ההפרש בין התא התחתון לתא העליון ($2-1=1$). בצד השמאלי התחתון של שני התאים תוכלו לראות ריבוע ירוק קטן. קרבו את הסמן לריבוע, והוא יהפוך לצלב שחור, כפי שנראה בתמונה. כאשר מופיע הצלב, המשיכו ללחוץ על העכבר וגררו את העמודה עד לספרה 60. יצרנו עכשיו **סדרה חשבונית**, בה הפרש בין המספרים בתאים העוקבים הוא קבוע – כל תא גדול ב-1 מן התא שמעליו. אם היינו רושמים בתאים B4 ו-B5 את המספרים 1 ו-3 בהתאמה, הפרש בין התאים העוקבים היה $2=3-1$, והמספר שהיה מופיע ב-B6 היה $5=3+2$.

יצירת עמודת מספר הנשימות: הבה נניח שקצב נשימותו של התלמיד הוא 12 נשימות לדקה. אנו מניחים שהקצב נשאר קבוע, ועלינו להראות בטבלה את מספר הנשימות המצטבר משך 60 דקות.

מה הבעיה? תשאלו. נרשום בתא C4, מול "דקה 1" את המספר 12, ובתא שתחתיו, בדקה 2, נרשום 24, בזה שתחתיו נרשום 36, וכך הלאה עד הדקה ה-60. כך עובד המוח האנושי. אלא שהמחשב יעשה חישובים אלה במהירות ובדייקנות רבה לאין ערוך מן המוח האנושי. הבה נראה כיצד:

בתא הנמצא משמאל לתא דקה "1", תא C5, אל תכתבו 24 (שהיא התוצאה $12+12=24$) אותה חישובתם במוחכם במהירות כה רבה, עד כי סביר מאד שלא נתתם את דעתכם כלל על כך שבצעתם חישוב), אלא פעלו כך:

וודאו ששֵׁפֶת הכתיבה היא אנגלית, ובתא C5 התחילו בהקלדת הסימן $=$. כך תורו למחשב לבצע פעולת חישוב (ולא כתיבת טקסט או מספרים). אחר-כך עמדו עם הסמן על תא C4, הוא התא המכיל את מספר הנשימות בדקה הקודמת (דקה 1) ולחצו על העכבר. הכתובת של התא C4 תופיע ליד הסימן $=$. הוסיפו את סימן החיבור ואת המספר 12 ולחצו על enter. התוצאה 24 תופיע בתא, כצפוי.

D	C	B	A	
				1
				2
	מספר הנשימות	זמן (דקות)		3
	12	1		4
	24	2		5
		3		6

Enter

D	C	B	A	
				1
				2
	מספר הנשימות	זמן (דקות)		3
	12	1		4
	=C4+12	2		5
		3		6

האם אנו זקוקים למחשב בכדי לדעת ש-12 ועוד 12 הם 24? לא, אך כדי למלא את הטבלה כל דקה עד הדקה ה-60 כדאי מאד להיעזר במחשב. הבה נעשה זאת וניווכח בערך המוסף העצום של המחשב על פני המוח האנושי:

כדי למלא את הטבלה עד הדקה ה-60, עמדו עם הסמן שוב על תא הנוסחה, C5 (בו מופיעה התוצאה 24, אך זכרו שבתא קיימת הנוסחה שהובילה לתוצאה זו), הציבו את הסמן ליד הריבוע הירוק בפינה השמאלית התחתונה של התא, החץ יהפוך לצלב שחור קטן. במצב זה לחצו על המקש השמאלי בעכבר וגררו את התא עד לדקה ה-60. שימו לב שבניגוד ליצירת הסדרה החשבונית של מספר הדקות, כדי לחשב את מספר הנשימות אנו גוררים כעת רק תא אחד, זה המכיל את הנוסחה.

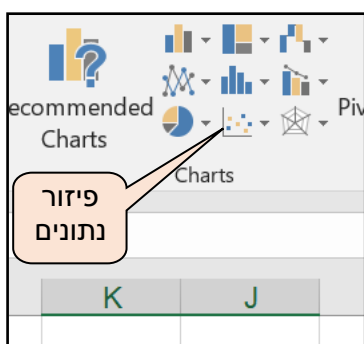
המחשב מחשב את הסכום בכל תא על-ידי הוספת 12 לסכום שהיה בתא הקודם, והתוצאה הסופית היא שב-60 דקות נושם התלמיד 720 נשימות.

הדוגמה שנתנו היא פשוטה מאד כמובן, והיתרונות הגדולים של המחשב אינם באים בה לידי ביטוי מלא. בהמשך נראה שגרירת נוסחאות היא כלי רב-עצמה בידינו בכדי לחשב חישובים שהיו לזקוקים לנו שעות לבצע בכל דרך אחרת.

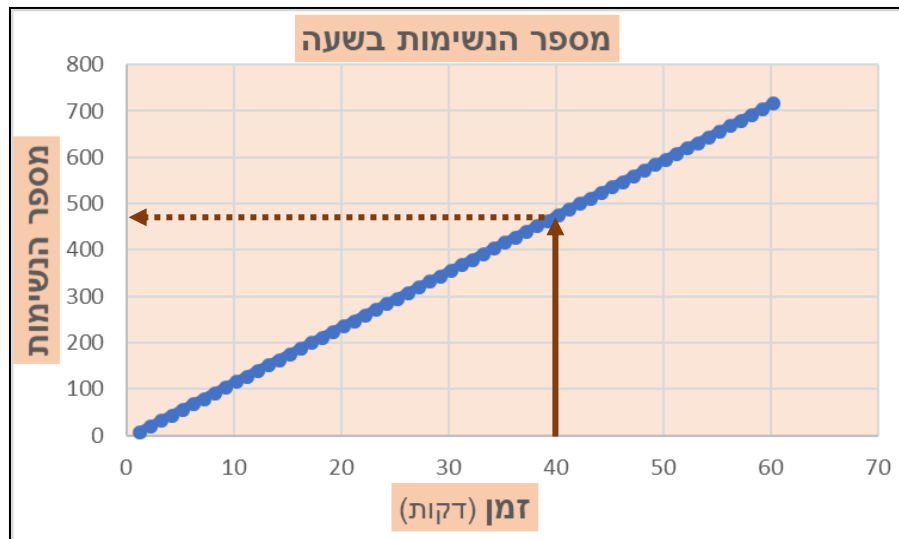
שרטוט גרף

כדי לשרטט גרף של נתונים אלה, בצעו את הצעדים הבאים:

- סמנו את שתי העמודות (עם או בלי הכותרות).
- עברו ל"הוספה", ושם "גרפים" ואז "Y-X פיזור נתונים".
- בחרו את האפשרות המתארת את הנקודות וביניהן קו ("פיזור עם קו ישר ונקודות"), ולחצו על אפשרות זו.
- על המסך יופיע הגרף שאת צורתו נוכל לעצב בכל דרך בה נבחר.



לא נפרט את כל אפשרויות העיצוב, אלא נתאר רק את האופן בו אנו מעבירים את ציר ה-Y לצד שמאל (למהנדסי Microsoft הפתרונים מדוע הם בחרו להציב כפְּרִירַת מחדל את ציר Y מצד ימין).



- הציבו את הסמן על אחד המספרים בציר ה-X.
- לחצו על לחצן ימני ובחרו "עיצוב ציר".
- בחלק הנמוך של העיצוב שיופיע על המסך יש שורה "נתונים בסדר הפוך". בטלו את ה-V בתיבה זו. ציר Y יעבור לצד שמאל של הגרף.

כדי למצוא כמה נשימות ינשום התלמיד משך 40 דקות, נעלה חץ מהדקה ה-40 עד לנקודת המפגש עם הגרף, ומשם נמתח חץ (מקווקו) עד לנקודת המפגש עם ציר Y. מובן שכדי לקבל מספר מדויק יהיה עלינו לחזור אל הטבלה, אך הגרף מאפשר לנו במבט מהיר לקבל אומדן מדויק למדי על כל אחד מהערכים אותם נרצה לאמוד. נפנה כעת לשאלה השנייה אותה שאלנו בפתיחה, והיא:

ניסוי 2: קצב הנשימה בעת מאמץ

התחלקו לזוגות. אחד מבני הזוג ירוץ סביב הכיתה או בחצר בית-הספר זמן לא קצר. כאשר ישוב מתנשף, יחזור הזוג על מדידת קצב הנשימה משך דקה אחת (במהלך הדקות הבאות קצב הנשימה ירד, כך שמומלץ לבדוק רק משך דקה אחת).

- בהנחה שקצב הנשימה יישאר קבוע (הנחה נכונה למדי במצב של ריצה בקצב קבוע), כמה נשימות ינשום התלמיד משך שעה?

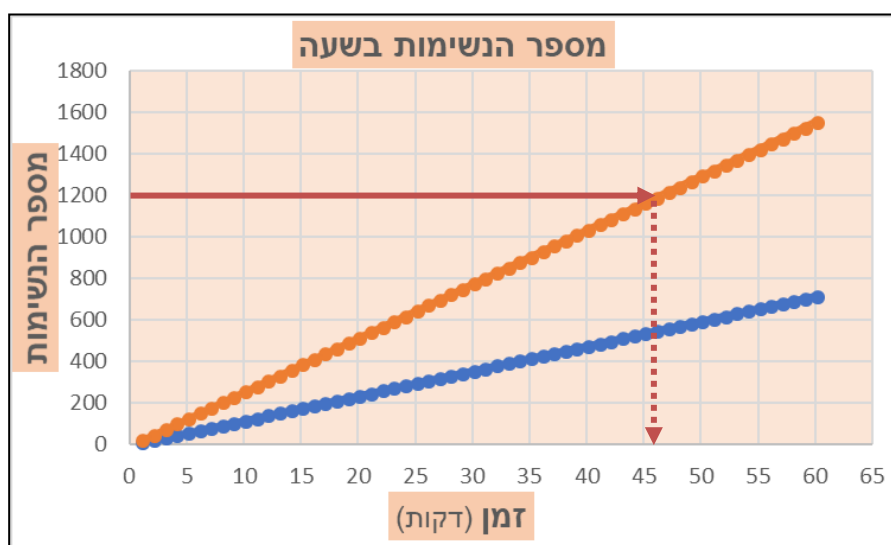
מספר הנשימות במאמץ	מספר הנשימות במנוחה	זמן (דקות)
26	12	1
=D4+26	24	2
	36	3
	48	4

הבה נניח לדוגמה שקצב הנשימה שנמדד לאחר המאמץ הוא 26 נשימות בדקה. נחזור על הפעולות אותן למדנו בניסוי הקודם, אך הפעם נציב בדקה הראשונה (תא D4) את מספר הנשימות בכל דקה,

ובתא שמתחתיו נוסף לערך זה 26. נקיש Enter ונקבל בתא D5 את התוצאה 52, ונגרור את התא שוב עד לדקה ה-60.

כדי לשרטט את הגרף של שתי סדרות הנתונים, נסמן את שלושת העמודות, נלך שוב ל"הוספה", ושם "גרפים" ואז " $Y-X$ פיזור נתונים" ונקבל את הגרפים הבאים:

גם כאן, תוכלו לבקש מהתלמידים למצוא במהירות את מספר הנשימות המצטבר בזמנים שונים, וגם תוכלו לשאול שאלות הפוכות כמו; באיזו דקה היה מספר הנשימות המצטבר בעת מאמץ שווה ל-1,200? הנתון של המשתנה המושפע (מספר הנשימות המצטבר) הוא הידוע, ועליהם למצוא את ערכו של המשתנה המשפיע (זמן).



כדי למצוא ערך זה על התלמידים למתוח קו מהערך 1,200 שעל ציר Y (חץ רציף), ומנקודת המפגש של החץ עם הגרף עליהם להוריד חץ (מקווקו) על ציר X .

פרק 3: על אורז ואבולוציה

מיומנות תוכנה: יצירת ערכים עולים בעמודה, חישוב נוסחת הכפלה פשוטה, גרירת נוסחה, שרטוט גרף לפי טבלה.

מיומנויות מדעיות: הדגמת כמה מעקרונות תורת האבולוציה.

הקדמה

תרגיל זה ידגים כיצד נוצר המגוון האדיר של יצורים חיים בעולמנו, וכיצד קורה שתכונות של מינים ביולוגיים משתנות כך שהתוצאה הסופית היא התאמה לסביבה בה הם חיים.

אנו נוהגים לאמר, וכך גם כתוב בספרים רבים, ש"המינים מתאימים את עצמם לסביבתם". אנו נראה שהמינים אינם "מתאימים את עצמם", אלא תכונות חדשות הנוצרות בהם (או אפילו רק באחד מבני המין). אם תכונה חדשה זו מגבירה את סיכויי ההתרבות של המין בסביבה בה הוא חי, היא עוברת דרך החומר הגנטי אל הצאצאים והופכת נפוצה יותר ויותר באוכלוסייה. כאשר קורה תהליך שינוי זה במספר רב של תכונות ולאורך זמן – נוצר מין ביולוגי חדש. כך משתנים מינים בתהליך דינמי שאינו פוסק לעולם.

את התהליך הזה תיאר אחד המדענים הגדולים שקמו אי פעם, צ'ארלס דארווין, בספרו המהפכני "מוצא המינים" שיצא באמצע המאה ה-19. הוא כינה תהליך זה בשם הידוע **אבולוציה**.

כבר בתיאור הקצר שתואר למעלה יכולנו לזהות את שני העקרונות החשובים של האבולוציה; העיקרון הראשון הוא **שונות** - הפרטים של מין מסוים אינם זהים בהכרח זה לזה. שינויים גנטיים נוצרים בתאי המין של הזכר והנקבה בעת חלוקתם, ולכן הצאצאים, שהם תוצר של איחוד תאי מין אלה בעת ההפריה, עשויים להיות שונים מאלה של הוריהם. האם שוני זה מעלה את סיכויי ההישרדות של הצאצא ביחס להוריו? מוריד אותם? כאן בא לידי ביטוי העיקרון השני שקבע דארווין, והוא עיקרון ה**ברירה הטבעית** – תנאי הסביבה לתוכה נולדים הצאצאים הם שיכתיבו אם השינויים שחלו בה יגבירו או יחלישו את קצב ההתרבות (או לא ישפיעו עליו).

כמו שתראו על מסך המחשב, אם השינוי הגנטי מעניק יתרון לצאצא, ולו גם יתרון קטן, קצב ההתפשטות של התכונה הוא מהיר עד להפתיע.

על אורז ותורת האבולוציה

בעזרת עט סימון (מַרְקֵר) וסרגל, סמנו על לוח קרטון 2 שורות של 8 משבצות ריבועיות בכל שורה, כל משבצת בגודל של 5x5 ס"מ.

בתוך המשבצת השמאלית הראשונה של השורה העליונה הניחו גרגר אחד של אורז (או עדשים). על המשבצת השנייה הניחו 2 גרגרים. על השלישית הניחו 3 גרגרים וכך הלאה, כשבכל משבצת יש גרגר אחד נוסף על מספר הגרגרים במשבצת הקודמת לו, עד המשבצת השמינית בסוף השורה העליונה.

- כמה גרגרים מונחים על המשבצת השמינית?

קעת הניחו גרגר אחד על המשבצת השמאלית של השורה השנייה. במשבצת הבאה הניחו מספר כפול של גרגרים. המשיכו להניח על כל משבצת מספר כפול של גרגרים מזה שעל המשבצת הקודמת, עד המשבצת השמינית בסוף השורה.

- כמה גרגרים הנחתם על המשבצת השמינית?

- מה ההבדל המהותי באופן התפתחות של הסדרה בשורה העליונה לבין זו שבשורה התחתונה?
- האם תוכלו לראות את הקשר בין שתי השורות לבין תהליכים בעולם החי?

בשורה הראשונה עולה מספר הגרגרים על-ידי תוספת קבועה (גרגר אחד במקרה זה, מספר הנשימות בדקה ב"פרק 2"). סדרה כזאת נקראת, כפי שראינו בפרק הקדם, **סדרה חשבונית**.

בשורה השנייה עולה מספר הגרגרים על-ידי הכפלת הערכים בו. במקרה זה מוכפל מספר הגרגרים $\times 2$, ובמקרים אחרים הוא יכול להיות מוכפל $\times 3$, $\times 11$, או אפילו $\times 0.75$. זוהי **סדרה הנדסית**.

לסדרה ההנדסית משמעויות עמוקות מאד בטבע, ועל אחת העיקריות, זו המתארת גידול אוכלוסיות, נתעכב הפעם:

נתאר לעצמנו שלולית חורף, ולתוכה צונח לו משמים חיידק אחד. לשם פשטות, נניח שחיידק זה מתחלק אחת לשעה. בקשו מהתלמידים להעריך כמה חיידקים יהיו בשלולית כעבור יממה?

סביר מאד שתשמעו מספרים בתחום מאד רחב. אין זה פלא. המוח האנושי פועל באופן לינארי ולכן ההערכות שלו יהיו סבירות כאשר התהליך עולה על-ידי תוספת קבועה (מספר הנשימות בכל דקה, למשל). המוח האנושי הוא מאד לא יעיל בהערכת תהליכים מעריכיים, בהם הערך עולה על-ידי מכפלה קבועה.

אנו מתחילים מיצירת עמודת הדורות. נבחר את עמודת G בה ייכתב מספר הדורות. נקליד את שם העמודה (תא G9), ונכתוב בתא שמתחתיו את המספר 0 (דור 0 הוא הדור בו מתחיל תהליך החלוקה). בתא G11 נכתוב "1", נסמן את שני התאים, ונגרור עד השעה ה-24 בסיום היממה, כפי שגררנו את מספר הנשימות עד הספירה 60 בפרק הקודם.

כעת נפנה לחישוב מספר החיידקים (עמודת H). נכתוב את הכותרת בתא המתאים (תא H9 בדוגמה זו). בכל שעה מתחלק החיידק ומספר החיידקים מוכפל. אנו מתחילים בזמן 0, בו יש בשלולית חיידק אחד (תא H10). כעבור שעה יכפיל החיידק את עצמו, וכך בכל שעה נוספת. נכון, נוכל בקלות לחשב את מספר החיידקים בדורות הראשונים (1, 2, 4, 8, 16, 32...), אך עם התקדמות הדורות והגידול במספר הספרות, נמצא עצמנו אובדי עצות. כאן בדיוק מתגלה גדולתו של המחשב: נוודא שאנו כותבים באנגלית, ובתא שתחתיו, H11, נכתוב את הנוסחה $=H10*2$. הערך 2 יופיע בתא H11, והנוסחה תופיע בסרגל. כעת לא נותר אלא לגרור את הנוסחה על-ידי סימון תא H11 (והוא בלבד, כי רק בו נמצאת הנוסחה), עד הדור ה-24, שם יופיע מספר החיידקים בתום היממה.

K	J	I	H	G	F	
מספר החיידקים	דור		מספר החיידקים	דור		9
1	0		1	0		10
2	1		=H10*2	1		11
4	2			2		12
8	3			3		13
16	4			4		14
32	5			5		15
64	6			6		16
128	7			7		17
256	8			8		18
512	9			9		19
1,024	10			10		20
2,048	11			11		21
4,096	12			12		22
8,192	13			13		23
16,384	14			14		24
32,768	15			15		25
65,536	16			16		26
131,072	17			17		27
262,144	18			18		28
524,288	19			19		29
1,048,576	20			20		30
2,097,152	21			21		31
4,194,304	22			22		32
8,388,608	23			23		33
16,777,216	24			24		34

האם שיערו התלמידים שכעבור יממה בלבד יהיה מספר החיידקים גבוה מ-16 מיליון? הסיבה למספר המפתיע הזה היא, כפי שכבר ראינו, שהחיידקים מתרבים לא על-ידי תוספת קבועה, אלא על-ידי מכפלה. זוהי **סדרה הנדסית**.

אך מדוע להסתפק ביממה אחת? מה יהיה מספר החיידקים כעבור יומיים? אם היינו צריכים לחשב זאת על נייר, הדבר באמת היה לוקח לנו יומיים מחיינו, אך מחשב יעשה זאת ב-2 פעולות גרירה מהירות:

מתחו את עמודת "דור" עד הדור ה-48 (על-ידי סימון 2 תאים עוקבים וגרירתם), ואת עמודת מספר החיידקים (על-ידי גרירת הנוסחה בלבד) עד אל מול הדור ה-48. מספר החיידקים כעבור יומיים הוא מבהיל ממש!

לא, אין צורך להיבהל. מסך המחשב מתאר מודל אידיאלי שאינו יכול להתקיים לאורך זמן במציאות. כיוון שריבוי החיידקים תלוי בגורמים סביבתיים רבים (חמצן, מרכיבי תזונה רבים, טמפרטורה ועוד), הם יכלו את מקורות המחיה שלהם, אחד הגורמים יהפוך להיות **גורם מגביל**, וריכוז החיידקים יגיע לרוויה, ואף ירד.

תורת האבולוציה על מסך המחשב

דמיינו במוחכם שבאחד החיידקים בשלולית חל שינוי גנטי המשפר את יכולת החלוקה של החיידק ב-10%. על פניו, שיפור לא מרשים ביותר. כך מתרשם מוחנו, המורגל בהערכת סדרות חשבוניות.

L	K	J	I	
מספר חיידקים עם מוטציה	מספר חיידקים ללא מוטציה	דור		9
1	1	0		10
=L10*2.2	2	1		11
	4	2		12
	8	3		13

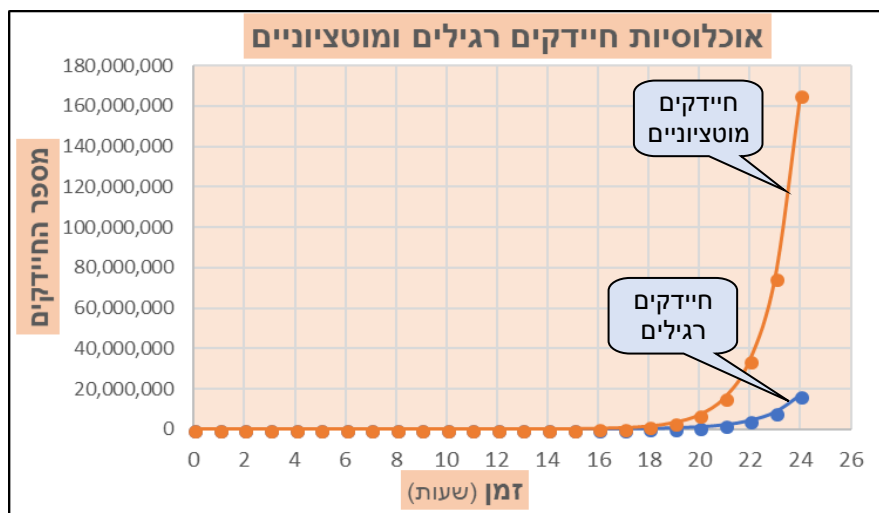
אך כפי שראינו, אוכלוסיות אינן מתרבות על-ידי תוספת של פרטים בהן, אלא על-ידי מכפלה של הפרטים בהן.

לכן האוכלוסיה אותה ייצור חיידק הבודד לא תכפיל את עצמה בכל שעה, אלא מעט יותר – עלינו להכפיל אותה בכל שעה בערך $\times 2.2$, ערך הגדול ב-10% מהערך $\times 2$ בו גדלה אוכלוסייה של חיידקים רגילים.

בקשו מהתלמידים להעריך מה יהיה הפרש בגודל שתי האוכלוסיות לאחר יממה אחת. האם אוכלוסיית החיידקים המשופרים תהיה גדולה ב-10% מזו של אוכלוסיית המקור? יותר מ-10%? ראינו שהאוכלוסייה של החיידקים הרגילים תגיע ל-16 מיליון פרטים, לערך. האם האוכלוסייה של החיידקים שהשתנו תהיה רבה מ-20 מיליון? 30? 60? רשמו את הערכותיהם של התלמידים על הלוח.

גודלה של האוכלוסייה של החיידקים בעלי המוטציה לאחר יממה אחת בלבד הוא מפתיע באמת! כפי שתראו בחישוב וגם בגרף, כבר כעבור יממה אוכלוסיית החיידק המשופר גדולה פי 10 מזו של חיידקי המקור!

אך למה לעצור לאחר יממה אחת בלבד? גררו את שלוש העמודות עד ל-48 שעות, ואחר כך עד 72 שעות, וראו כיצד נבלעת אוכלוסיית המקור ונעלמת. תוך מספר דורות קטן להפליא, ובגלל שגודל האוכלוסייה הוא סדרה הנדסית, משתלטת המוטציה ומכחידה את אוכלוסיית המקור.



חלה אבולוציה בחיידקים, הפכה אוכלוסיית החיידקים שעברו מוטציה לאוכלוסיית מקור, ובה תיווצרנה מוטציות נוספות, וכך הלאה, בתהליך

הנמשך כבר 3,800 מיליוני שנים.

אכן, ההמחשה הדרמטית של תהליך האבולוציה על מסך המחשב הפכה אפשרית על-ידי תוכנת ה-Excel בעלת האפשרויות הכמעט בלתי מוגבלות.

פרק 4: שונית האלמוגים בסכנה!

מיומנות תוכנה: יצירת סדרה הנדסית, חישוב נוסחאות, גרירת נוסחאות, תרגול שרטוט 2 גרפים על מערכת צירים אחת.

מיומנויות מדעיות: זיהום מים והשפעתו על המגוון הביולוגי, מודעות סביבתית, בליעת אור על-ידי מים וחומרים אחרים, סדרה הנדסית, עקומות לא ישרות

פעילות זו היא פעילות מתקדמת, ומבחינת רכישת המיומנויות הנלמדות היא המשך והרחבה של הפרק הקודם.

בפרק הקודם ראינו כיצד יכולות פעולות פשוטות בתוכנה להמחיש לנו תהליכים עמוקים מאד בטבע. ראינו כיצד גדלות אוכלוסיות על-ידי סדרה חשבונית - מכפלה של גודל האוכלוסייה בכל דור. כך גדלה אוכלוסיית החיידקים במהירות רבה, ואוכלוסיית החיידקים בהם חלה מוטציה ששיפורה באופן לא דרמטי את יכולת ההתרבות, גדלה במהירות מפתיעה, כך שהיא הכחידה תוך מספר לא גדול של דורות את אוכלוסיית המקור.

בפרק זה נראה כיצד יכולה סדרה הנדסית להסביר לא רק תופעות ההולכות וגדלות, אלא גם תופעות ההולכות וקטנות. גם לכך, כפי שנראה מיד, יש השלכות ביולוגיות וגם רפואיות רחבות מאד.

חידת האור בעומק הים

קרני השמש מאירות את פני הים ואף חודרות אל תוך המים. אולם לא כל האור מתקדם לעומק המים, משום שחלקו נבלע על ידי המים¹. הבה נניח שבכל שכבה של מטר של מים נבלעות 10% מכמות הקרניים. אם כך, מדוע אנו (והדגים) מסוגלים לראות גם בעומק רב הרבה יותר מ-10 מטר?

כדי לענות על שאלה זו, קראו את הקטע הבא, ובו נפתור את החידה, וגם נבין מדוע יש צורך לשמור על צלילות מי הים:

אלמוגים ותאורה תת-מימית

שונית (reef) היא משטח של סלעים או אלמוגים הנמצאים בעומק רדוד בתוך המים, בעיקר ליד החופים. השונית היא סביבה אקולוגית עשירה מאד במזון, בעיקר באזורים חמים, ולכן מגוון המינים של דגים וצמחי ים בה הוא רחב מאד.

¹ רמת הבליעה תלויה באורך הגל (צבע). אור כחול חודר לעומק רב יותר מאשר אור אדום. אנחנו נתעלם מכך ונתייחס לערך ממוצע של בליעת האור במים.

בשנים האחרונות נמצאות שוניות רבות בסכנת הכחדה, בין היתר בגלל כמות האור הנמוכה הנגרמת בגלל זיהום המים. כדי להבין כיצד תהליך מסוג זה יכול להתרחש נניח את הנתונים הבאים²:

נתון 1 - עוצמת קרינת השמש: נתאר שונית שטוחה הנמצאת בעומק 10 מטר מתחת לפני הים. הבה נניח גם ש-1,000 קרני שמש מגיעות אל שטח מסוים של פני המים בכל שנייה³.

נתון 2 – בליעת הקרניים על-ידי המים: כאשר חולפות קרני השמש במים צלולים ונקיים, נבלעות 10% (עשירית) מהן בכל 1 מטר. הקרניים חולפות דרך "שכבות" של 1 מטר כל אחת עד לעומק 10 מטר, וכל שכבה בולעת 10% ממספר הקרניים המגיע אליה מן השכבה שמעליה. לעומת זאת, אם המים מזוהמים, הם בולעים כמות כפולה של קרניים - 20% מהן בכל מטר, ולכן מספר הקרניים המגיעות אל האלמוגים הנמצאים בעומק של 10 מטר בתוך המים המזוהמים הוא נמוך יותר.

נתון 3 – הקרינה והאלמוגים: הבה נניח שהאלמוגים יכולים לשגשג רק כאשר הם מקבלים 250 קרניים בכל שנייה או יותר. אם רמת הקרינה נמוכה מזו, האלמוגים יגוועו, והשונית תלך ותדעך לאטה עד שתעלם.

בשאלה זו נבדוק שתי שוניות: השונית הראשונה נמצאת עומק של 10 מטר של מים צלולים. השונית השנייה נמצאת בעומק זהה, אך המים מזוהמים על-ידי המפעלים והשפכים של העיר הנמצאת בקרבת מקום.

• מה יהיה גורלן של אוכלוסיות האלמוגים בשתי השוניות לאורך זמן?

אנו פוגשים כעת סדרה בה הערכים שונים זה מזה לא בהפרש קבוע, אלא ביחס קבוע. סדרה מסוג זה נקראת **סדרה הנדסית**. העקומות, כפי שנראה מיד, לא תהיינה ישרות, אלא יורדות בקצב משתנה.

מדוע הקצב אינו קבוע? הבה נעקוב אחר מהלך הקרניים ב-3 השכבות הראשונות של המים הצלולים. אל שטח נתון בפני המים מגיעות 1,000 קרניים בכל שנייה. 10% מהן, 100 קרניים, נבלעות במטר הראשון. אל השכבה השנייה מגיעים, אם כך 90% מקרני השמש, שהם 900 קרניים. גם שכבה זו בולעת 10% מן הקרניים (90 קרניים) ומעבירה 90% מהן - $900 \cdot 0.9 = 810$ קרניים. שכבה שלישית זו אף היא מעבירה בולעת 10% שהן 81 קרניים, ולכן אל השכבה הרביעית מגיעות $810 \cdot 0.9 = 729$ קרניים, וכך הלאה. כבר מחישובים פשוטים

² הנתונים מוצגים כמספרים פשוטים הקלים להבנה ולחישוב. במציאות הערכים שונים מאלה, אך העיקרון נשמר.

³ מספר קרני השמש במציאות הוא לאין ערוך גדול יותר, ולכן לא מודדים את עוצמת הקרינה על פי מספר הקרניים, אלא על-ידי מדד הנקרא Lux. לשם פשטות ובלי לוותר על העיקרון, נמשיך ונתאר את הקרינה ביחידות של מספר קרניים.

אלה אנו מבינים שאל השכבות ההולכות ומעמיקות מגיע מספר קטן והולך של קרני אור. כמה קרניים יחצו את כל 10 המטרים של המים ויגיעו אל האלמוגים בשונית? בוודאי תסכימו שביצוע 10 פעולות הכפלה כאלה הוא תהליך מייגע מאד. כמובן שבדיוק כדי לעזור לנו בחישובים אלה פותחו המחשבים, ולכן הבה נראה את עמודת C בצילום המסך למטה:

כדי לחשב כמה קרניים יעברו אל השכבה השנייה, נכפיל (תא C5) את מספר הקרניים המגיעות אל פני המים (תא C4) ב-0.9 (כיוון ש-10% מקרני השמש נבלעו בשכבה זו). אם התלמידים מתקשים בביצוע פעולות במספרים עשרוניים, אפשר להציב בתא זה גם את הנוסחה הבאה: $=C4*(9/10)$ בה המספר 0.9 הוא 9/10.

השלב הבא הוא כמובן גרירת הנוסחה עד לשכבה העשירית, ואנו מגלים (תא C14) שאל האלמוגים בעומק 10 מטר מגיעות 349 קרני אור בכל שנייה. המסקנה: עוצמת האור גבוהה מ-250 קרניים לשנייה, ולכן האלמוגים יכולים לשגשג.

אך מה יקרה כאשר המים מזוהמים? הזיהום מגביר את בליעת הקרניים בכל שכבה, ולכן עוצמת האור הולכת ויורדת בקצב מהיר יותר מאשר במים הצלולים.

אל פני המים מגיעות 1,000 קרניים, אך בשכבה הראשונה נבלעות 20% מהן. נעשה חישוב דומה, אך הפעם נכפיל את כמות הקרניים ב-0.8 (או 8/10, תא D5). כמה קרני שמש יחצו את המים המזוהמים ויגיעו אל האלמוגים בשונית בעומק 10 מטר הפעם?

D	C	B	A	
				1
מספר קרני השמש				2
מים מזוהמים	מים צלולים	עומק		3
1,000	1,000	0		4
800	900	1		5
640	810	2		6
512	729	3		7
410	656	4		8
328	590	5		9
262	531	6		10
210	478	7		11
168	430	8		12
134	387	9		13
107	349	10		14

D	C	B	A	
				1
מספר קרני השמש				2
מים מזוהמים	מים צלולים	עומק		3
1,000	1,000	0		4
$=D4*0.8$	$=C4*0.9$	1		5
		0		6
		1		7
		0		8
		1		9
		0		10
		1		11
		0		12
		1		13
		0		14

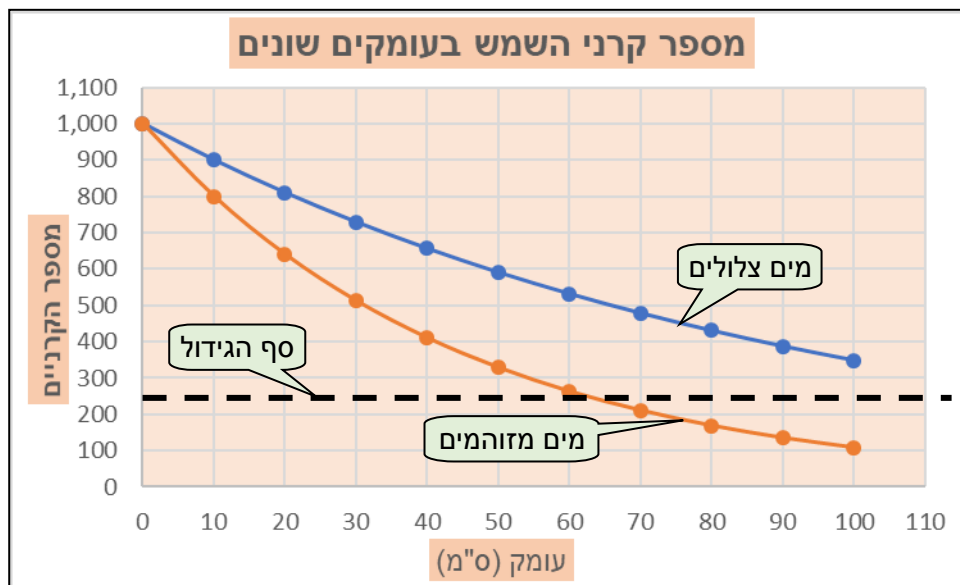
נגרור את הנוסחה בתאים C5 ו-D5 (כן, אפשר לגרור אותם יחד) ונקבל שמספר הקרניים המגיעות אל האלמוגים הנמצאים בעומק 10 מטר ומכוסים במים מזוהמים הוא רק 107 קרניים (תא D14) לעומת 349 במים המטוהרים.

מהן המסקנות מהדמיה זו?

כבר מן הטבלה נוכל לראות שהאלמוגים הנמצאים בעומק 10 מטר במים הצלולים יספגו 349 קרניים בכל שנייה, עוצמת קרינה בה הם יגדלו וישגשגו. לעומת זאת, אלמוגים הנמצאים בעומק זה במים מזוהמים מקבלים רק 107 קרניים בכל שנייה, וגורלם לדעוך.

כדי לשרטט את הגרף יש לסמן את כל הערכים (עם או בלי הכותרות) B, C, ו-D ולשרטט את הגרף כפי שלמדנו.

הגרף מראה תוצאות אלה באופן ברור וקל לתפיסה. מספר הקרניים המגיעות לעומק 100 ס"מ במים הצלולים (קו כחול) הוא מעל הסף (קו שחור המציין 250 קרניים), ומתחת לסף במים המזוהמים (קו כתום).



אם תבחרו, תוכלו לדון גם בצורת העקומות. ניתן לראות, בעיקר בגרף שמתאר את מספר הקרניים במים המזוהמים, שהעקומות אינן ישרות. השיפוע

אינו ישר כיוון שההפרשים בין כל 2 נקודות הולכים וקטנים. עקומות מסוג זה נקראות "עקומות מעריכיות", וכפי שהזכרנו, הסדרה המתמטית אותה הן מתארות נקראת "סדרה הנדסית". אין צורך לדון בכך בהרחבה עם התלמידים.

פרק 5: תוכנת ה-Excel וחיסכון

תוכנת Excel היא תוכנה רבת-עוצמה המשמשת בתחומים רבים. השימושים בה בחקר המדעי הם ברורים, והם גם היו נושאי הפעילות עד כה. כעת נראה את יכולתה של התוכנה להאיר את אחד ההיבטים החשובים במדעי החברה והכלכלה – הערך הרב של חיסכון, הסכנה הטמונה בלקיחת הלוואה או בשמם האחר – ריבית ד'ריבית (ריבית של הריבית). לצורך כך, ניעזר במיומנויות אותן רכשנו בשני הפרקים האחרונים – יצירת נוסחאות וגרירתן, ויצירת גרפים.

סיפורם של נערה ונער

אלברט איינשטיין צוטט פעם באומרו "ריבית ד'ריבית היא הפלא השמיני בתבל. מי שמבין זאת, מרוויח. מי שלא – משלם".

ריבית ד'ריבית היא הריבית שאותה אנו מקבלים על חסכון רב-שנים, או משלמים על הלוואות רבות-שנים. כדי להבין זאת, נעקוב אחר הדוגמה הבאה:

עלמה היא נערה צעירה. בסיום השנה החליטה עלמה לעבוד בחופשה ולחסוך את הכסף לשנים הבאות. בסיום החופש צברה עלמה 1,000 ₪, והפקידה אותם בבנק בריבית של 3%. ניר הוא נער צעיר. בסיום השנה החליט ניר לנסוע לאילת יחד עם חברי כיתתו. כיוון שלא היה לו כסף משלו, ביקש מהוריו סכום של 1,000 ₪. הוריו נתנו לו את הסכום, אך אמרו לו שזו אינה מתנה, אלא הלוואה, אותה יהיה עליו להחזיר להם ממש כפי שהם היו צריכים להחזיר לבנק, בריבית של 7%.

- הציגו בעזרת התוכנה את מצבם הכספי של עלמה ושל ניר במהלך 20 שנים.

פתרון

נפתור את המשימה כפי שאנו יודעים:

נכתוב במקום אקראי כלשהו את הכותרות של 4 העמודות: "שנה", "עלמה", "ניר", ו"פער". היחידות של שלושת העמודות האחרונות הן ₪.

יצירת עמודת השנים: כפי שלמדנו, נכתוב 0 בתא הנמוך מהכותרת "שנה" (תא F12), ובתא

	I	H	G	F	E
10					
11		פער (₪)	עשיר (₪)	שנה	
12		-1,000	1,000	0	
13				1	
14					
15					

תחתיו נכתוב "1". נסמן את

שני התאים, נביא את

הסמן (הצלב השחור הקטן)

אל הריבוע הירוק בפינה

השמאלית התחתונה של

שני התאים ונגרור עד השנה ה-20.

יצירת עמודת החיסכון של עלמה: עלמה הפקידה **1,000** ₪ בזמן 0 (תא G12), ובכל שנה

I	H	G	F	E	
					10
					11
					12
					13
					14
					15
					16
					17
					18
					19

עולה הסכום בריבית של 3%. בסוף השנה הראשונה יהיה הסכום שלה שווה לסכום שהיה לה בתחילת השנה, מוכפל בערך 1.03. נכתוב בתא G13 את הנוסחה: **=G12*1.03**. גררו את הנוסחה עד השנה ה-

20. בכל שנה יוכפל הסכום שהיה לה בתחילת אותה שנה בערך הריבית, 1.03x, וכך יצטבר במהלך השנים סכום הולך וגדל. לא רק הקרן עצמה (1,000 ₪) נושאת ריבית של 3% בכל שנה, אלא גם הריבית המצטברת – ריבית ד'ריבית. כעבור 20 שנה (תא G32) יצטבר עבור עלמה סכום של למעלה מ-1,800 ₪, וכך עולה הסכום המצטבר בחשבונה גם כשאינה

מוסיפה לקרן ולו שקל אחד.

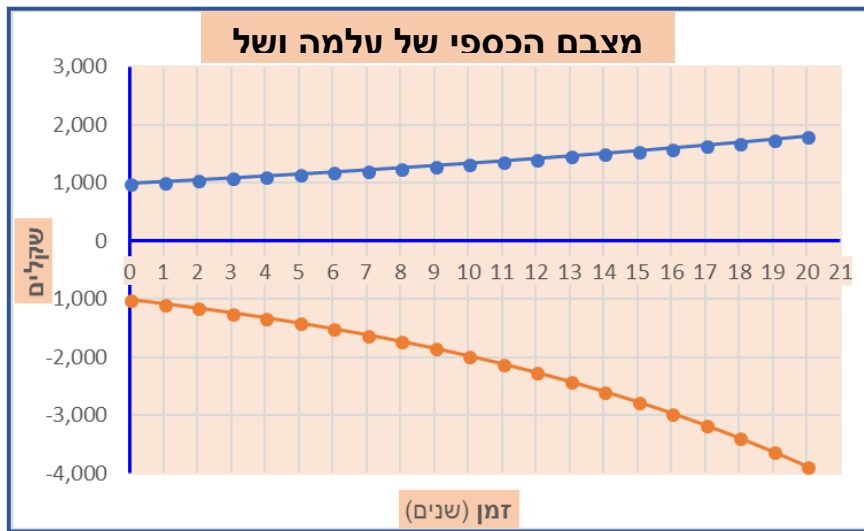
I	H	G	F	E	
					10
					11
					12
					13
					14
					15
					16
					17
					18
					19
					20
					21
					22
					23
					24
					25
					26
					27
					28
					29
					30
					31
					32

יצירת עמודת ההלוואה של ניר: בזמן 0 לקח ניר הלוואה של 1,000 ₪, ולכן בזמן זה (תא H12) יש לו סכום של **-1,000** ₪. הריבית הנגבית ממנו היא 7%, ולכן בסיום השנה הוא יהיה חייב (תא H13) סכום של **=H12*1.07**. שוב, נגרור את הנוסחה עד השנה ה-20 (תא H32) ונגלה שאם הוא לא יתאמץ להחזיר את חובו במהלך השנים, חובו יגדל מ-1,000 ועד 3,870 ₪.

יצירת עמודת הפער: נוכל גם לחשב את הפער במצבם הכספי של עלמה ושל ניר בכל שנה: כבר בזמן 0 יש ביניהם פער של 2,000 ₪. אך כרגיל, אנו לא עורכים חישובים במוחנו, אלא מטילים משימה זו על התוכנה.

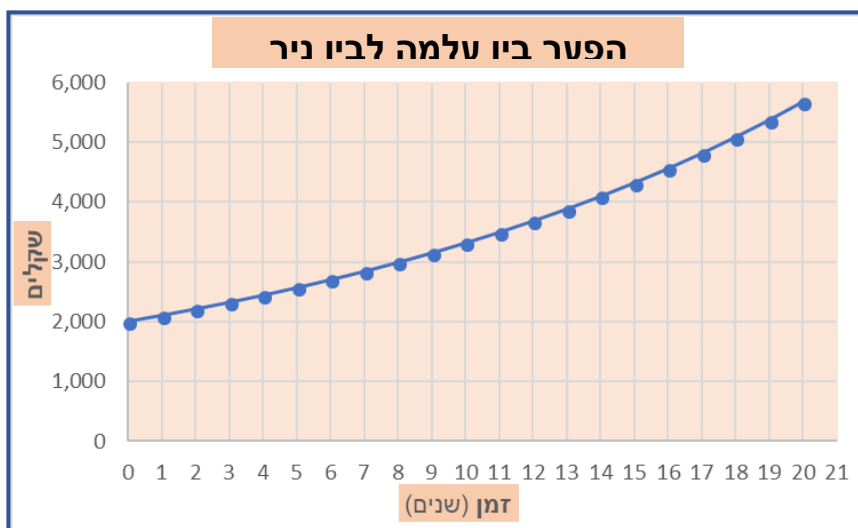
נחסיר את הסכום שיש לניר מן הסכום שיש לעלמה על-ידי יצירת הנוסחה =G12-H12 (תא I12) ונגרור את הנוסחה עד השנה ה-20.

כבר מעיון במספרים אנו יכולים לראות כיצד עולה תוך 20 שנים סכום החיסכון של עלמה מ-



1,000 ₪ עד למעלה מ-1,800 ₪. מצבו של ניר הורע מאד; תוך 20 שנה עלה חובו מ-1,000 ₪ עד ל-3,870, והפער ביניהם צמח מ-2,000 ₪ ועד ל-5,676.

טובה תמונה אחת מ-1,000 מילים, והגרף מראה בבירור כיצד משתפר עם הזמן מצבה הכספי של עלמה, וכיצד מחמיר מצבו של ניר בגלל הריבית הגבוהה המוטלת על הסכום שלוה.



אם נשרטט את הפער בגרף, נראה את הפער צומח בקצב מאיים.

סיכום

כמובן שאיינשטיין לא התכוון באמת לכך שריבית ד'ריבית היא "הפלא השמיני של העולם", כיוון שאין בה כל דבר מפליא. היא תהליך ידוע מראש, אם רק נהיה מודעים לו. תוצאותיו של התהליך עלולות להיות חמורות מאד עבור ניר. הזמן לא פועל לטובתו, אלא ההיפך! עליו להיות מודע להשלכות ההולכות ומחמירות של מצבו הכספי אם לא יתאמץ וישלם את חובו במהירות. ככל שימתין זמן רב יותר – כך יצטרך להתאמץ ולשלם לא רק את הקרן אותה לקח כהלואה במקור (1,000 ₪), אלא סכום גדול הרבה יותר אותה צברה הריבית על הריבית משך 20 שנה, וככל שימתין זמן רב יותר, סכום זה ילך ויגדל באופן לא לינארי.

המוח שלנו פועל בצורה לינארית. הריבית ד'ריבית לא. השעון מתקתק בקצב גובר והולך, גם לטובה, במקרה של חיסכון, אך בעיקר לרעה, במקרה הנפוץ יותר של חיים מעבר ליכולותינו הכספיות. תוכנת Excel ממחישה לנו זאת בבירור.

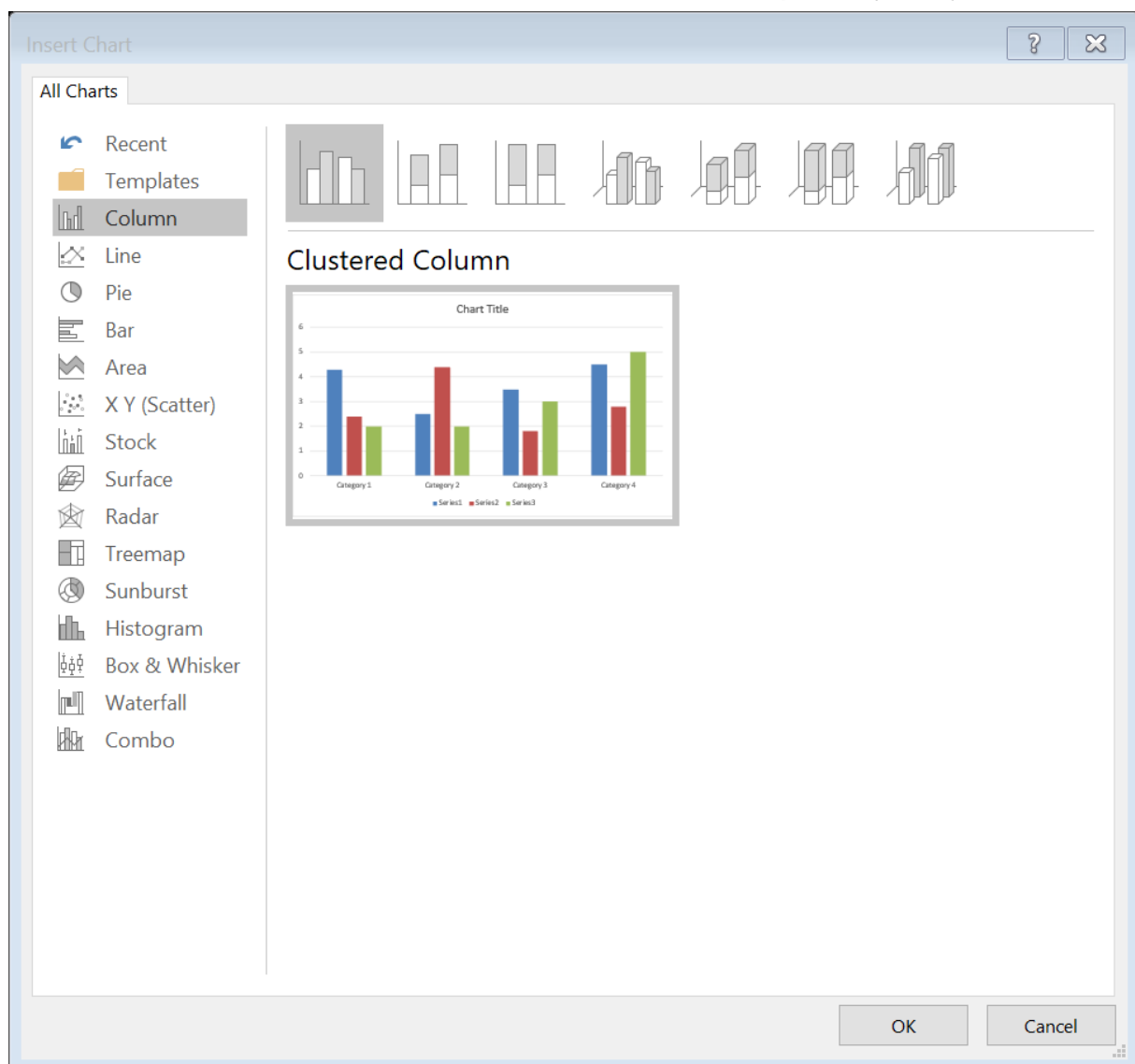
פרק 6: שרטוט גרפים באמצעות תוכנת Word

בפרקים הקודמים למדנו כיצד לשרטט גרפים בעזרת תוכנת ה-Excel. כדי להקל על המשתמשים, ייבאו המתכנתים את הפונקציות הבסיסיות הנדרשות לשרטוט גרפים פשוטים מתוכנת Excel אל תוכנת Word, והפכו אותן זמינות גם בתוכנה זו.

הזמינות של שרטוט גרפים ישירות ב-Word מקלה על המשתמשים בה, המעוניינים בשרטוט גרף מהיר בעת כתיבה ללא צורך לעבור לתוכנת Excel ולייבא ממנה את הגרפים לקובץ המוקלד.

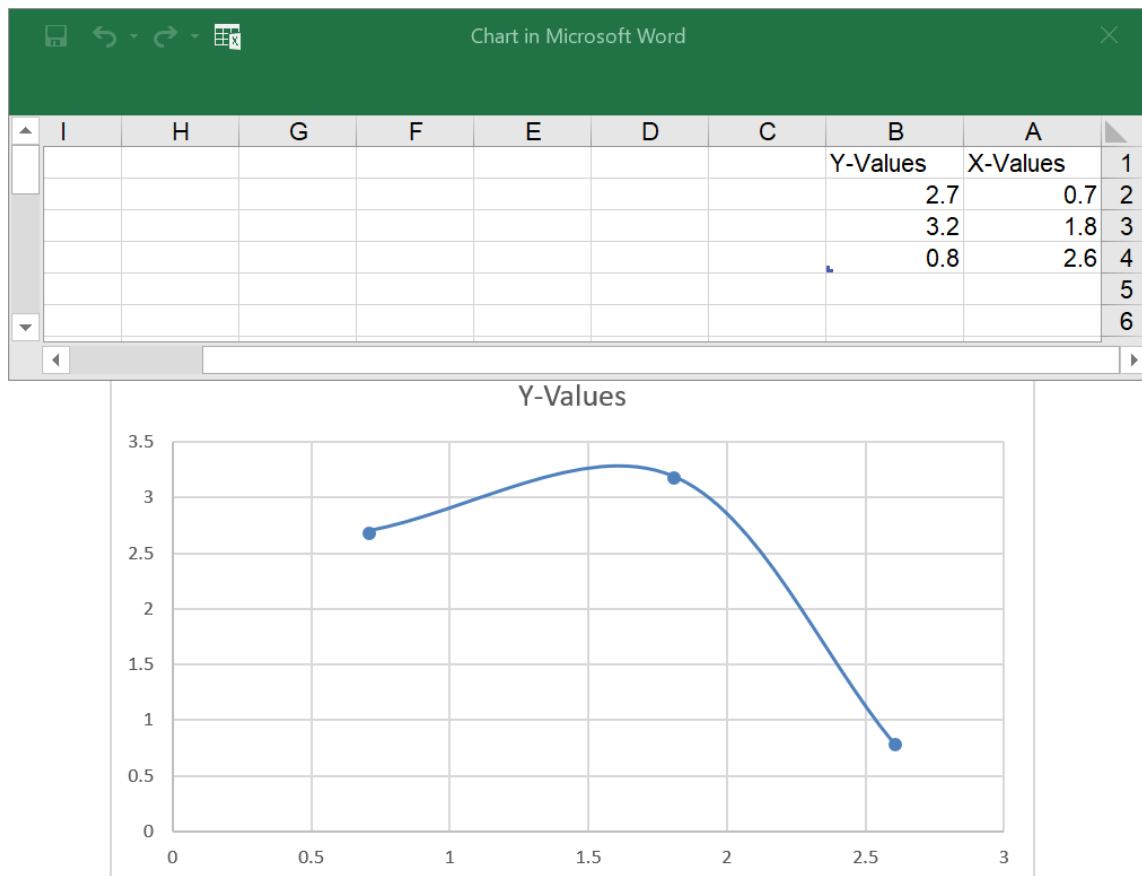
יצירת גרפים ב-Word

עמדו עם הסמן במקום בקובץ בו אתם מעוניינים לשרטט את הגרף. לחצו "הוספה" (insert) ושם "תרשים" (chart). החלון שייפתח מכיל שורה ארוכה של סוגי גרפים:



בחרו את סוג הגרף המתאים לכם. לדוגמה, באיור למעלה נראית הבחירה בגרף עמודות (column). אם הגרף בו אנו מעוניינים הוא רציף, נבחר ב"פיזור X Y" (X Y Scatter). לגרף "עוגה" נבחר בסוג גרף זה (pie). אלה הם שלושת סוגי הגרפים העיקריים בהם נעשה שימוש במערכת הוראת המדעים.

נראה דוגמה בה נבחר X Y Scatter:



בכל סוג גרף בו תבחרו ייפתח גרף דוגמה המבוסס על נתונים חסרי משמעות כלשהם. כל שעליכם לעשות כעת הוא להוסיף כותרות לעמודות בטבלה, להחליף את הערכים האקראיים בטבלה בערכים שלכם שהתקבלו בניסוי, וכך ליצור את הגרף המתאים לתוצאות שלכם.

תרגול יצירת גרף עוגה

כדי לתרגל יצירת גרף, גרף עוגה בדוגמה זו, בתוכנת Word, חלקו את התלמידים לקבוצות, וספקו לכל קבוצה קובייה בת 6 צלעות.

בקשו מכל קבוצה להטיל את הקובייה 120 פעמים ולרשום בכל הטלה את המספר המופיע על הפאה העליונה. בקשו מהם כעת לספור את מספר הפעמים בהן הופיעה הספירה 1, הספירה 2 וכך הלאה, עד הספירה 6.

בקשו מהם לשרטט גרף עוגה ולבחון האם באמת ההסתברות להופעת כל ספֶרה מתקרב ל-
1/6 (20 פעמים מתוך 120). בקשו מהם ליצור גרף עוגה מהנתונים.

כדי להדגים את חשיבות גודל המדגם תוכלו לסכם על הלוח את התוצאות של כל הצוותים
ולראות האם האחוז התקרב לאחוז הצפוי.

ציוד

פרק 2: Excel ומערכת הנשימה

- שעון עצר (יישום בטלפון הנייד)

פרק 3: על אורז ואבולוציה

לכל צוות

- לוח קרטון
- עט סימון
- סרגל
- שקית אורז (או שקית עדשים)

פרק 6: שרטוט גרפים באמצעות תוכנת Word

לכל צוות

- קובייה בעלת 6 פאות