

קשר לתוכנית הלימודים

הנושא מגוון היצורים החיים נלמד מעט מאד, בחטיבת הביניים ובתיכון הוא נלמד בהקשר של יחידת הלימוד באקולוגיה ובסיוור הלימודי. יחד עם זאת, לאור המודעות הגוברת בנושאים סביבה וקיימות, ומשבר מגוון המינים המאפיין את התקופה בה אנחנו חיים, יש ערך רב ללמד נושא זה כבסיס להבנה של עולם החי. יתר על כן, מיומנות המיון, היא ערך חשוב בפני עצמו.

מטרות היחידה

בתום היחידה התלמיד ידע:

- להסביר מהם עקרונות הטקסונומיה.
- להדגים את חשיבות הטקסונומיה מבחינה מדעית, כלכלית, וחברתית.
- למיין ולארגן מידע מסוגים שונים.

ידע קודם נדרש

- חלוקת עולם החי לממלכות, הבדלים מרכזיים בין קבוצות שונות של יצורים חיים. מבנה תא חיידק, מבנה תא אאוקריוטי (תא צמח, תא בע"ח).

רקע מדעי

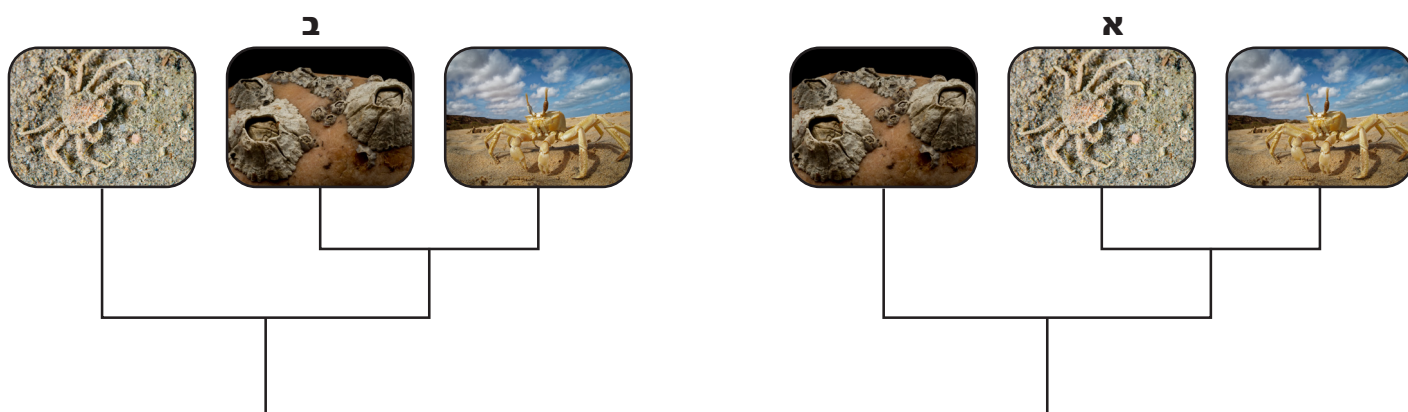
שוו בנפשכם שלכל היצורים והחפצים בעולם החי היה את אותו השם. היכולת שלנו לתקשר הייתה נפגעת בצורה משמעותית. המדע העוסק בנתינת שמות ליצורים חיים וסיווגם לקבוצות נקרא **טקסונומיה**. בבסיס הטקסונומיה עומדת ההנחה שליצורים הקרובים אחד לשני מבחינה גנטית יהיו תכונות התפתחותיות, צורניות (מורפולוגיות) וביוכימיות דומות, המבחינות בינם לבין יצורים אחרים. על בסיס הנחה זו טבע החוקר קרלוס לינאוס, במאה ה-18, את שיטת המיון המדעית למיון יצורים חיים, בה אנו משתמשים עד היום. מטרת המיון היא לקבץ את היצורים לקבוצות בעלות תכונות דומות וקירבה התפתחותית. הבסיס למיון הוא מורפולוגי בעיקרו והסתמך בעיקר על מאפיינים חיצוניים כמו גודל, צורה, צבע ועוד. לשם המיון הגדיר לינאוס רמות טקסונומיות שונות (טבלה 1).

טבלה 1: חלוקה טקסונומית של דבורת הדבש

kingdom	Animalia	בעלי חיים	ממלכה
Phylum	Invertebrates	פרוקי רגליים	מערכה
Class	Insecta	חרקים	מחלקה
Order	Hymenoptera	דבוראים	סדרה
Family	Apidae	דבוריים	משפחה
Genus	Apis	דבורה	סוג
Species	Apis mellifera	דבורת הדבש	מין

בעקבות מהפכת ה-DNA, שיטות מולקולריות מצטרפות היום לבחינת הקרבה בין מינים שונים. השימוש בשיטות אלה, מוסיפות מידע גנטי התומך בתיאורית האבולוציה. לשימוש בשיטות גנטיות לתיאור טקסונומי של יצורים יש יתרון נוסף כאשר עוסקים ביצורים כמו חיידקים שם הדמיון המורפולוגי בעל תועלת קטנה מאד.

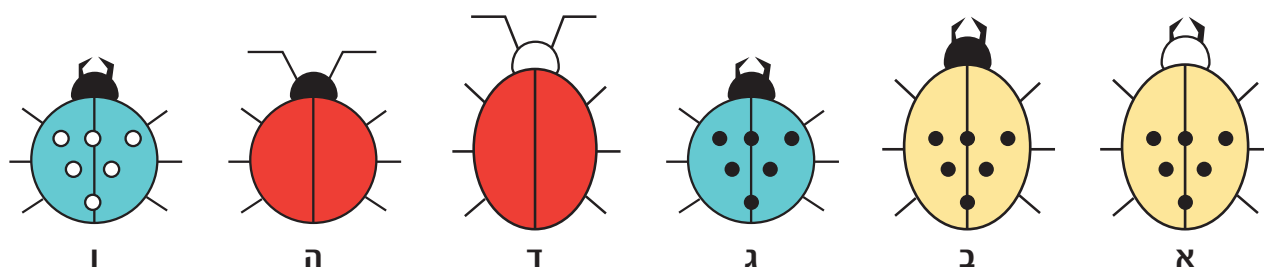
עץ פילוגנטי הוא ייצוג המציג את סדר האירועים האבולוציוניים, והקרבה הגנטית בין יצורים שונים (אך לא בהכרח את הזמן בו התרחשו). עץ מורכב מענפים (Branches) ומנקודות פיצול. אורך הענפים בעץ מתאר את המרחק של יצור אחד מייצור אחר, ככל שהענף ארוך יותר המרחק רב יותר. נקודות הפיצול (nodes), מייצגות נקודה תיאורטית בזמן בה נוצר מין חדש שהמשיך להתפתח במקביל למין הקיים. נתבונן למשל בשני העצים המוצגים בתמונה 1. בתמונה מתוארים יחסי הקרבה האבולוציוניים בין שלושה מינים של בעלי חיים. בלוט הים, צלחית וחולון החוף. לפי אפשרות א' מניחים כי לצלחית ולבלוט הים אב קדום משותף (לפי נקודת הפיצול), ואילו חולון החוף הוא פיצול מוקדם יותר. לפי אפשרות ב' דווקא חולון החוף חולק אב קדמון משותף עם בלוט הים. אז מה נכון? גם בלוט הים וגם חולון החוף הם סרטנים, ואילו הצלחית היא רכיכה, מכאן שהעץ המתאר בצורה טוב יותר את יחסי הקרבה בין שלושת יצורים אלו הוא ב'.



תמונה 1: עץ פילוגנטי המתאר את יחסי הקרבה בין שלושה מינים של בעלי חיים, צלחית, בלוט הים, וחולון החוף. העץ הנכון הוא עץ ב.

עץ פילוגנטי או עץ דמיון?

כדי ליצור עץ פילוגנטי, עלינו להכיר את "המשקל" האבולוציוני של התכונות השונות. למשל, האם התכונה "להיות בעל רגליים" היא תכונה שקדמה להופעת הרכיכות או שהופיע מאוחר יותר. אם אין לנו את המידע אז עלינו להתייחס לעץ כאל עץ דמיון שעוזר לנו להבחין במידת הדמיון בין יצורים שונים. למשל, בתמונה 2 מוצגות מספר חיפושיות, קל לראות שהן חולקות תכונות משותפות אחת עם השנייה. אולם מאחר ואנחנו לא יודעים האם לתכונות השונות, למשל, "מספר נקודות" יש ערך אדפטיבי עבור הפרט לא נוכל ליצור עץ פילוגנטי המתאר את יחסי הקרבה בין החיפושיות אבל כן נוכל ליצור עץ דמיון. אפילו במבט ראשון קל לראות שחיפושיות א ו-ב מאד דומות אחת לשנייה כמו גם חיפושית ג ו-ו.



תמונה 2: חיפושיות בעלות מאפיינים מורפולוגיים שונים.

נבחר את התכונות בעזרתן נרצה לתאר את החיפושיות.

נארגן בטבלה את "מצב" התכונה עבור כל אחת מהחיפושיות (טבלה 2).

טבלה 2: מאפיינים מורפולוגים של החיפושיות השונות.

יצור / מאפיין	צורת גוף	צבע גוף	צבע ראש	נקודות על הגוף	צבע נקודות	יש מחושים	רואים את גפי הפה
א	אליפסה	צהוב	לבן	יש	שחור	אין	כן
ב	אליפסה	צהוב	שחור	יש	שחור	אין	כן
ג	עגולה	תכלת	שחור	יש	שחור	אין	כן
ד	אליפסה	אדום	לבן	אין	לא רלוונטי	כן	לא
ה	עגולה	אדום	שחור	אין	לא רלוונטי	כן	לא
ו	עגולה	תכלת	שחור	יש	לבן	אין	כן

השלב הבא הוא לבנות מטריצת (טבלת) מרחקים המתארת בצורה כמותית את ההבדלים בין הפרטים השונים. לשם כך ניצור את הטבלה הבאה, ונמלא בתוכה את מספר ההבדלים בין כל זוג חיפושיות.

טבלה 3: טבלת מרחקים בין החיפושיות השונות.

	א	ב	ג	ד	ה	ו
א	0	1	3	5	7	4
ב		0	2	6	6	3
ג			0	7	5	1
ד				0	2	7
ה					0	5
ו						0

עכשיו עלינו להתחיל סדרה של חישובים פשוטים כדי "לפתור" את מטריצת המרחקים. נתאר זאת בשלבים. הפרטים א' ו-ב' (וגם ג' ו-ו') שונים זה מזה רק במאפיין אחד. בכל זאת עלינו לבחור באיזה זו לבחור כדי להתחיל את התהליך. נבחר בזוג א ו-ב'.

נבנה טבלה חדשה בה נאחד ביחד את חיפושית א+ב ואז נחשב מחדש את המרחקים (טבלה 4). חישוב לדוגמה: המרחק בין א' לבין ג' הוא 3 (לפי טבלה 3). והמרחק בין ב' לבין ג' הוא 2. סה"כ המרחק הוא 5 יחידות ואת זה מחלקים ב-2. את התוצאה 2.5 נכניס למקום הנכון בטבלה 5.

טבלה 4: מטריצת מרחקים שלב 2.

	א+ב	ג	ד	ה	ו
א+ב	0	2.5	5.5	6.5	3.5
ג		0	7	5	1
ד			0	2	7
ה				0	5
ו					0

נמשיך באותו האופן. כרגע, ניתן לראות שחיפושית ג' ו-ו' עדין הכי קרובות אחת לשנייה. נאחד אותן ונבנה טבלה חדשה (טבלה 5). חישוב לדוגמה: המרחק בין א+ב לבין ג' הוא 2.5. המרחק בין א+ב לבין ו' הוא 3.5, סה"כ המרחק שווה ל-6. נחלק ב-2 ונציב בטבלה 5.

טבלה 5: מטריצת מרחקים שלב 3.

ה	ד	ג+ו	א+ב	
6.5	5.5	3	0	א+ב
5	7	0		ג+ו
2	0			ד
0				ה

אנו רואים כי שני הפרטים שהכי קרובים זה לזה הם ד' ו-ה', נבנה טבלה חדשה בהתאם.

טבלה 6: מטריצת מרחקים שלב 4.

ד+ה	ג+ו	א+ב	
6	3	0	א+ב
6	0		ג+ו
0			ד+ה

עכשיו הקבוצות הקרובות הן (א+ב) ו-(ג+ו), נאחד ונבנה טבלה נוספת. זאת תהיה גם הטבלה האחרונה.

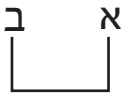
טבלה 7: מטריצת מרחקים שלב 5.

ד+ה	א+ב+ג+ו	
6	0	א+ב+ג+ו
0		ד+ה

עכשיו עלינו לצייר את עץ הדימיון שלנו. המרחק בין פרטים א' ו-ב' הוא 1. לכן נצייר קו באורך 1 ס"מ ביניהם. אותו הדבר עבור פרטים ג' ו-ו'. וכן הלאה. שימו לב שהאורך היחסי במרחק בין פרטים ד' ו-ה' הוא 2 ולכן הוא כפול מזה של א' ו-ב'.

ו	ה	ד	ג	ב	א	
4	7	5	3	1	0	א
3	6	6	2	0		ב
1	5	7	0			ג
7	2	0				ד
5	0					ה
0						ו

ו	ה	ד	ג	ב+א	
3.5	6.5	5.5	2.5	0	ב+א
1	5	7	0		ג
7	2	0			ד
5	0				ה
0					ו



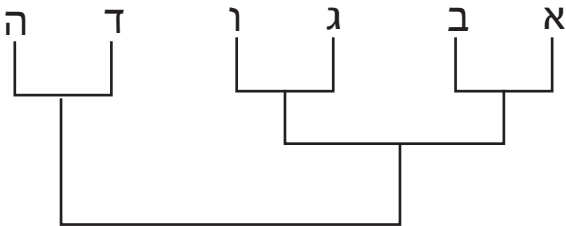
ה	ד	ו+ג	ב+א	
6.5	5.5	3	0	ב+א
5	7	0		ו+ג
2	0			ד
0				ה



ה+ד	ו+ג	ב+א	
6	3	0	ב+א
6	0		ו+ג
0			ה+ד



ה+ד	ו+ג+ב+א	
6	0	ו+ג+ב+א
0		ה+ד



תמונה 3: פתרון מטריצת המרחקים ושלבים לציור עץ הדמיון.

הערה: העץ שיצרנו הוא פתרון אחד אפשרי ופשטני למטריצת המרחקים. כדי ליצור עץ מדויק יותר, נצטרך ללמוד שיטות אנליזה מתקדמות שהן מעבר למטרות היחידה.

שיעור 1: טקסונומיה למתחילים

פתיחה עם משחק

בחרים תלמיד שעומד עם הגב אל הלוח. על הלוח מוקרנת תמונה של בעל חיים. על התלמיד לגלות מהו בעל החיים שתמונתו מוקרנת על הלוח על ידי קבלת רמזים מתלמידי הכיתה.

רמזים אפשריים: אני ניזון מ..., יש לי 4 רגליים, יש לי מקור וכו'. צריך לבקש מהתלמידים לא לתת רמזים מסגירים, כמו קולות של צפרדע.

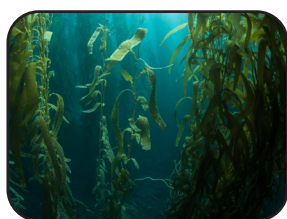
סיכום

- מסכמים על הלוח את המאפיינים העיקריים שהתלמידים השתמשו בהם ודנים בשאלה מה היה קשה יותר להגדיר.
- האם יש דרך למיין את היצורים החיים לקבוצות? צריך להגיע עם התלמידים להבנה שאנו משתמשים במגוון של תכונות כדי להבחין בין מינים שונים.

משימה שנייה

מסמך עם התמונות ניתן למצוא [בקישור](#).

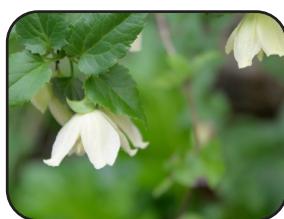
1. לפניכם תמונות של יצורים שונים. היעזרו בשמות המינים, וחפשו מידע במידת הצורך ונסו לסווג את המינים המוצגים בהן לקבוצות דומות, (נסו ליצור 5 קבוצות).
2. עבור כל קבוצה של יצורים, ארגנו בטבלה את המאפיינים המשותפים הבולטים ביותר שלה.



Kelp



Galeocerdo cuvier



Clematis cirrhosa



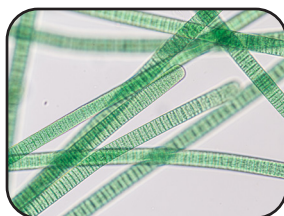
Musca domestica



Escherichia coli



Borrelia



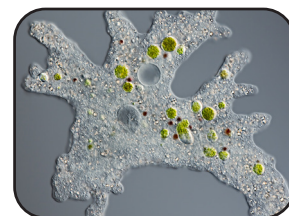
Cyanobacteria



Olea europaea



Saccharomyces cerevisiae



Amoeba



Apis mellifera



Eristalinus taeniops



Penicillium



Amanita muscaria



Felis lybica domestica

תמונה 4: תמונות יצורים עבור משימת מיון עולם החי.

סיכום השיעור

בשלב הזה יציג המורה לתלמידים את חלוקת עולם החי לממלכות, ואת שיטת המיון הליניאית.

שיעור 2: בונים עץ דמיון

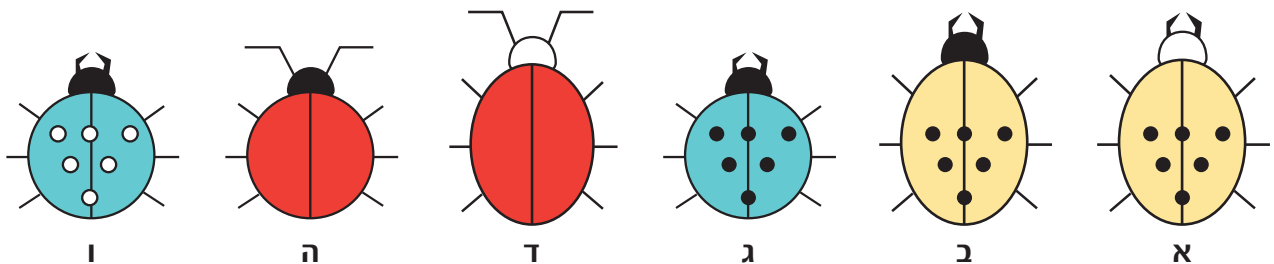
מטרת השיעור

- התלמיד יבין את ההבדל בין עץ פילוגנטי לבין עץ דמיון.
 - התלמיד יתנסה בבניה של עץ דמיון על בסיס שיטות מורפולוגיות.
 - אנו מציעים את החלק הראשון לבצע ביחד עם התלמידים. לאחר מכן יקבלו התלמידים אפשרות להתנסות בעצמם.
- ידע קודם נדרש: טקסונומיה, תכונה, תכונה מורפולוגית. אבולוציה (עקרונות בלבד).

חלק ראשון: הצגת השיעור

הציגו לתלמידים את מטרת השיעור ואת חומר הרקע שידרשו לו. ולאחר מכן פתרו ביחד אתם את המשימה הראשונה כפי שעשינו בדוגמה שלנו.

לפניכם 6 חיפושיות. מלאו בטבלה עבור כל תכונה האם היא נמצאת או לא.



מאפיין יצור/	צורת גוף	צבע גוף	צבע ראש	נקודות על הגוף	צבע נקודות	יש מחושים	רואים את גפי הפה
א							
ב							
ג							
ד							
ה							
ו							

חלק שני:

כדי להמשיך את האנליזה, נהוג ליצור מטריצה המתארת בצורה כמותית את ההבדלים בין הפרטים השונים. לשם כך ניצור את המטריצה הבאה, ונמלא בתוכה את מספר ההבדלים, על פי התכונות שזיהינו בין כל זוג יצורים.

	א	ב	ג	ד	ה	ו
א						
ב						
ג						
ד						
ה						

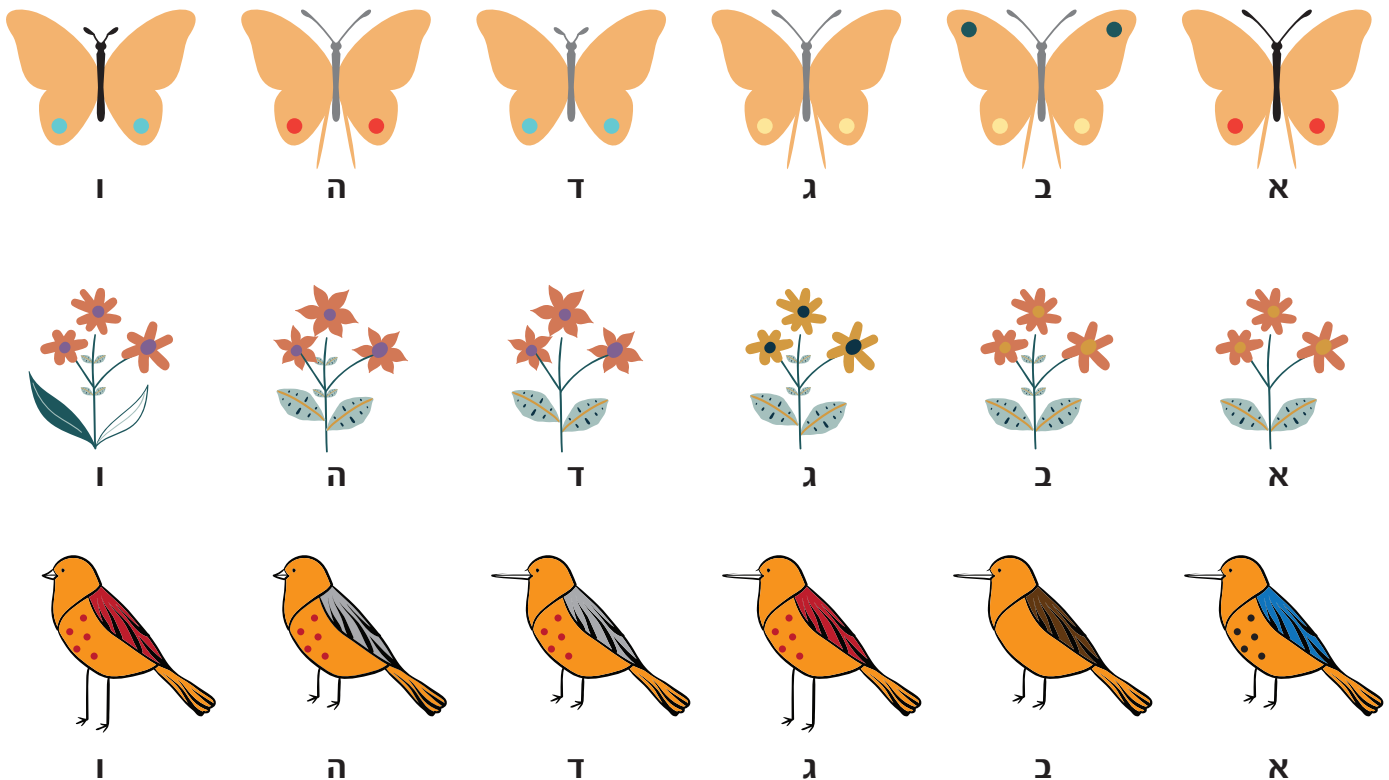
חלק שלישי: יוצרים עץ דמיון

המשיכו עם התלמידים בהתאם לדוגמה שמופיעה בתחילת היחידה. אתם יכולים להכין טבלאות ריקות מראש או לפתוח גליון אקסל ולהקריין אותו על הלוח. הציגו לתלמידים את הפתרון.

חלק רביעי: תרגול עצמי

חלקו לכל קבוצה את אחת התמונות ותנו להם להתנסות בפתרון מטריצת המרחקים וציור של עץ הדמיון.

להורדת קובץ איורים [לחצו כאן](#).



מעבדה 3: תרגיל ביואינפורמטיקה

הימים ימי קורונה ואתם תלמידי כיתה ט' בבית הספר הממלכתי "אומיקרון". כדי לעזור למדינה להתמודד עם משבר הקורונה, קיבלתם רשות לבחון את מאגרי המידע של חולי הקורונה בבית החולים. אמנם, וירוסים הומניים (כאלו התוקפים בני אדם) הם לא ממש כוס התה החביבה עליכם, אבל לפחות הם קטנים ושוברים שגרה, לא? לצורך ביצוע המחקר, שובצתם לעבודה במעבדת מחקר תחת מנהל המעבדה.

מטרת המחקר

לבחון את מאגר המידע של חולי הקורונה ולמצוא קשר אפשרי בין חולים לבין חומרת המחלה.

שימו לב: במשימה זו תשתמשו במספר קבצים. את הקבצים המורה יעלה לדרייב או ישלח אליכם לפני תחילת המשימה. (חשוב לזכור כי מדובר בתרגיל דמיוני והנתונים שתראו בקבצים הינם מומצאים ואינם של אנשים אמיתיים).

משימה ראשונה

1. פתחו את קובץ האקסל: [קורונה נתונים 1](#)
2. אפיינו את הקובץ. מהם המאפיינים המצויים בו? אילו בדיקות נעשו?
3. כדי להתקדם, סכמו את הטבלה כך שאתם מחלקים את הנתונים השונים לפי: דרגות המחלה, (גיל ממוצע, שכיחות מספר או אחוז) של מין החולה, סימפטומים לא רגילים, ביצוע בדיקות שונות, נוכחות סמנים לדלקת חיידקית. בתום העבודה עליכם להגיע לטבלה כמו זו:

טבלה 8: מאפייני חולים בדרגות מחלה שונות.

חומרת המחלה	מספר מקרים	נשים	גברים	גיל ממוצע	תסמינים לא רגילים	מחלות רקע	בדיקות דם	משטח גרון	בדיקת צואה	בדיקת שתן	זיהום חיידקי
קלה											
בינונית											
חמורה											
מוות											
סה"כ											

האם מצאתם בין הנתונים נתון שנראה לכם מעניין או יוצא דופן? מהו?

משימה שנייה

שמתם לב שמתוך 21 חולים במחלה חמורה, 19 היו חיובים לזיהום חיידקי. הצגתם את התוצאות למנהל המעבדה. הוא עיקם את האף, אבל הסכים שהמעבדה תערוך מבדקים בקטריאליים (בדיקות לנוכחות זיהום על ידי חיידקים), לחולים חדשים. מאחר וידוע שרוב מקרי התמותה מקורונה הם כתוצאה מכשל מערכות כללי הנגרם מסערת ציטוקינים (זה באמת מה שחושבים, לא רק לצורך התרגיל...).

1. קראו על סערת ציטוקינים [באתר הבא](#)
2. מנהל המעבדה אישר לכם לבדוד חיידקים ממשטחי גרון של חולים טריים. לשם זיהוי חיידקים ממשטח גרון יש לגדלם על מצע גידול מתאים. תהליך זה נקרא העשרה. קבוצות החיידקים להם ניתן לעשות העשרה (במצע העשרה מתאים) במעבדה המיקרוביולוגית בבית החולים הן: סטפילוקוקוס, סטרפטוקוקוס, סלמונלה, שיגלה והליקובטקט. אולם, מנהל המעבדה אישר לכם לבדוד רק חיידקי סטפילוקוקוס וסלמונלה, ממשטח גרון של חולים טריים.

1. פתחו את קובץ האקסל "[קורונה נתונים 2](#)". בקובץ מוצגות התוצאות המעבדה לנוכחות סטפילוקוס במשטחי גרון, או סלמונלה בבדיקות צואה. 'ס' מתאר תוצאה שלילית ו-'1' מתאר תוצאה חיובית.

א. הציגו את התוצאות בגרפים מתאימים, ותארו את הקשר בין דרגת המחלה לאחוז החולים החיוביים לכל אחד מהחיידקים.

ב. האם מצאתם קשר בין דרגת המחלה לבין נוכחות אחד מהחיידקים?

משימה שלישית

מנהל המעבדה מתחיל להיות מעט יותר מרוצה. הוא מסכים שיש שיעור גבוה של *Staphylococcus spp.* בחולים קשים, אך מעלה את השאלה הבאה:

1. לקהילה המדעית מוכרים זנים רבים של חיידקים מהסוג סטפילוקוקוס, האם יתכן שלחולים בדרגות מחלה שונות יש זנים שונים של סטפילוקוקוס? כדי לענות על השאלה מנהל המעבדה אישר בדיקה של זהות החיידקים החשודים. לשם כך הוא אישר לכם:

א. להפיק DNA מהתבדידים (תבדיד - מושבה שמקורה בחיידק בודד). של חיידקי הסטפילוקוקוס שבודדתם במשימה 2.

ב. לשלוח את דוגמאות ה-DNA לריצוף גנטי של הגן המקודד ל-16S rRNA.

• בשלב הזה עליכם לשמוע הסבר מהמורה על הגן המקודד ל-16S rRNA ומדוע משתמשים בו לצורך מיון טקסונומי של חיידקים.

משימה רביעית

כפי שכבר הבנתם עד כה, מנהל המעבדה עובד עם תקציב מוגבל. לכן עד כמה שהוא היה רוצה לשלוח לריצוף דוגמאות מכל 40 החולים החיוביים לסטפילוקוקוס, ואפילו עבור מכל חולה לשלוח לריצוף מספר תבדידים (כדי לתקף את תוצאות הריצוף). בפועל עליכם לבחור 24 דוגמאות בלבד.

1. פתחו את קובץ האקסל "[קורונה נתונים 3](#)", הלשונית דוגמאות לריצוף מכילה את כל הדוגמאות.

2. סמנו את הדוגמאות שהייתם רוצים לשלוח לריצוף.

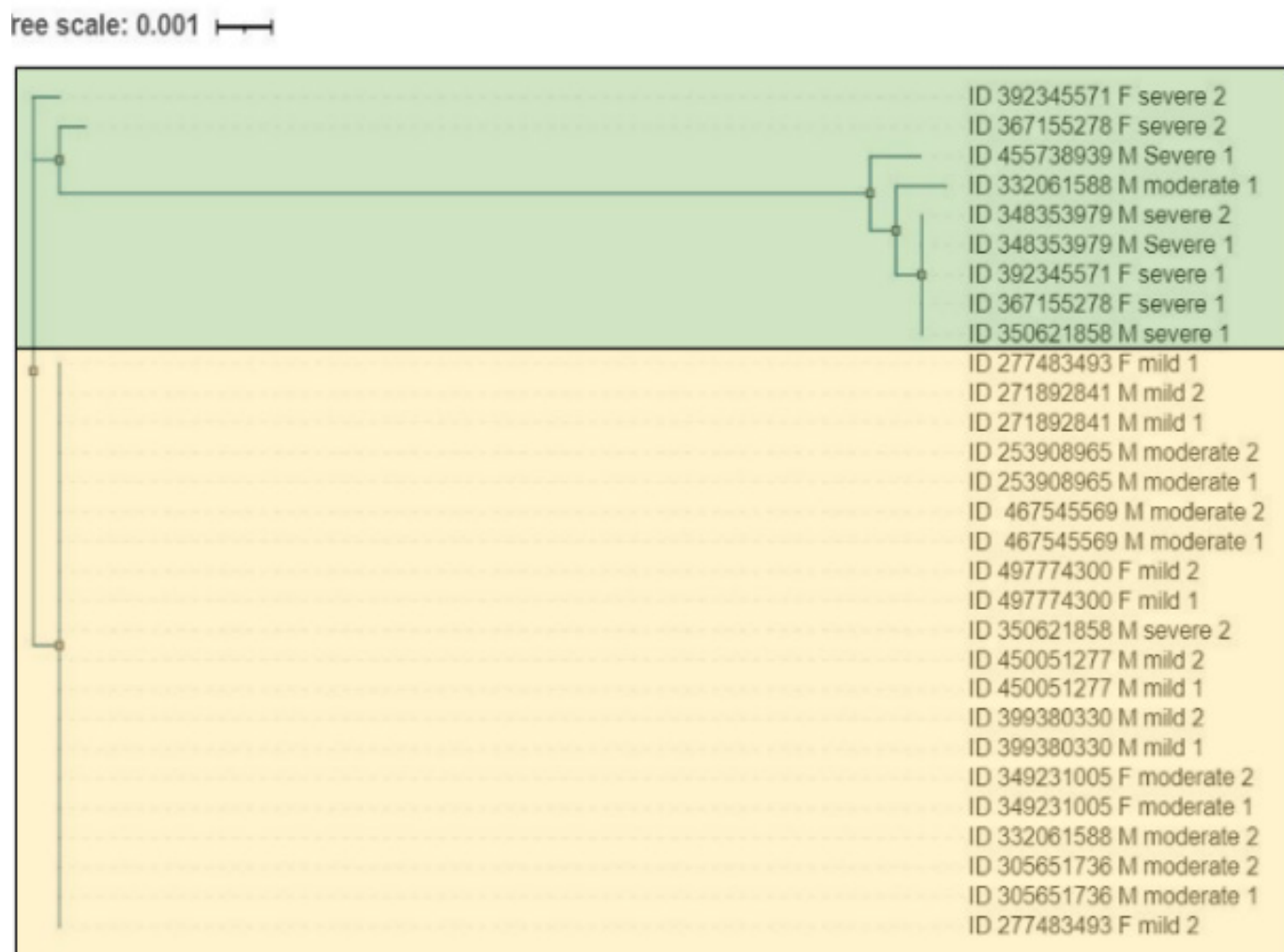
3. כתבו מה היו השיקולים בבחירת הדוגמאות, וארגנו בעזרת טבלה את מאפייני הדוגמאות שבחרתם. חלק זה של בחירת דוגמאות הוא מרכיב מאד חשוב בתכנון הניסוי. שליחת דוגמאות שאינן מייצגות תקשה על הסקת מסקנות. למשל, אם תחליטו לשלוח לריצוף רק דוגמאות של חולים קשים או רק של חולים קלים, לא תהיה לכם נקודת השוואה טובה. לכן חשוב שתשקיעו מחשבה בחלק הזה של הניסוי.

משימה חמישית

1. קבלו ממנהל המעבדה את מאפייני החולים שאת הדוגמאות שלהם הוא החליט לשלוח לריצוף, והשוו לבחירה שלכם (קובץ נתוני קורונה מספר 4). הדוגמאות שנשלחו לריצוף מודגשות בצהוב.

2. מנהל המעבדה בקש מכם לרצף שני תבדידים מכל צלחת. הרי יכולתם במקום זאת לרצף מספר דוגמאות כפול. מה היו לדעתכם השיקולים של מנהל המעבדה?

הדוגמאות נשלחו לריצוף והרצפים עברו שתי אנליזות גנטיות. הראשונה בעזרת אלגוריתם Blast לצורך זיהוי חידקים. על בסיס מקטע מהגן המקודד ל-16S rRNA והשנייה בכלי SINA לצורך זיהוי חידקים ובנייה של עץ פילוגנטי. תוצאות האנליזה מוצגות בתמונה 5.



תמונה 5: עץ פילוגנטי של הגן המקודד ל-16S rRNA של חיידק הסטפילוקוק שבודד מחולים בדרגות מחלה שונות. ניתן לראות כי הרצפים בחלק העליון של העץ שייכים כמעט כולם לחולים במחלה קשה. לעומת זאת, בחלק התחתון של העץ נין למצוא רצפים קל ובינוני.

שאלת סיכום

התבוננו בעץ הפילוגנטי המתואר בתמונה 5. האם התוצאה המוצגת בעץ תמוכת בהשערתכם? נמקו.

מעבדה 3: תוצאות למורה

משימה 1

במשימה זו נדרשים התלמידים לרכז בטבלה אחת קובץ אקסל די גדול. כדאי להראות לתלמידים כיצד ניתן למיין נתונים בטבלאות אקסל כך שהם יגיעו לטבלה הבאה. כמוכן שאם יש תלמידים מתקשים, ניתן מראש לתת להם את הטבלה.

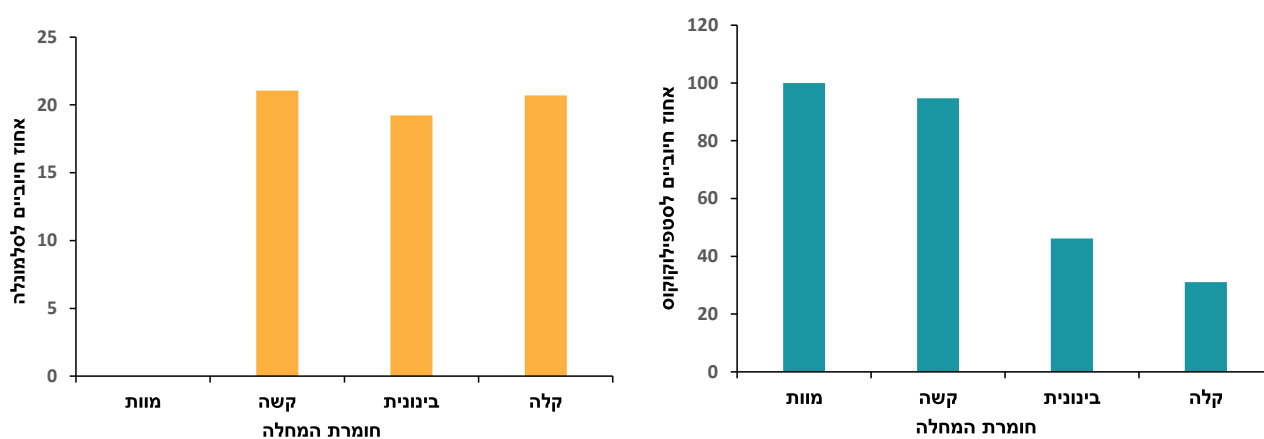
טבלה 8: מאפייני חולים בדרגות מחלה שונות - סיכום נתוני קורונה

חומרת מחלה	מספר מקרים	נקבות	זכרים	גיל ממוצע	גיל (סטיית תקן)	תסמינים לא רגילים	מחלות רקע	בדיקת דם	משטח גרון	בדיקת צואה	בדיקת שתן	זיהום חיידקי
קלה	37	20	17	78.4	14.6	10	18	37	37	10	37	6
בינונית	32	16	16	74.2	15.4	8	12	32	32	8	32	8
חמורה	22	10	12	80.0	13.3	3	9	22	22	3	22	19
מוות	2	1	1	92.5	3.5	0	1	2	2	0	2	2
סה"כ	93	47	46	77.6	14.6	21	53	93	93	21	93	35

משימה 2

גם במשימה זו נדרשים התלמידים לעבד טבלה, הפעם כדי ליצור תרשים. ניתן לבצע משימה זו ביחד עם התלמידים. הנה תרשים לדוגמה (ראו [קובץ פתרון](#)).

התלמידים צריכים להגיע למסקנה שיתכן ויש קשר בין אחוז החולים החיוביים לחיידק הסטפילוקוק לבין חומרת מחלת הקורונה שלהם. לעומת זאת, ניתן לראות שאין קשר בין אחוז החיוביים לסלמונלה לבין חומרת המחלה.



תמונה 6: הקשר בין אחוז החולים החיוביים לסלמונלה או לסטפילוקוקוס לבין חומרת המחלה.

משימה שלישית

הסבר על מבנה 16S rRNA ועקרונות הריצוף נמצא ב[ממצגת המצורפת](#).

משימה רביעית

חלק זה של בחירת דוגמאות הוא מרכיב מאד חשוב בתכנון הניסוי. שליחת דוגמאות שאינן מייצגות תקשה על הסקת מסקנות. למשל, אם תחליטו לשלוח לריצוף רק דוגמאות של חולים קשים או רק של חולים קלים, לא תהיה לכם נקודת השוואה טובה. לכן חשוב שתשקיעו מחשבה בחלק הזה של הניסוי.