

מטמון חדש מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



# יצורים חיים בסביבתם

יהודה בן חור



משרד החינוך

אישור מס': XXXX  
אושר בתאריך: X.X.2012

## כיתה ח

מתאים לתכנית הלימודים המעודכנת  
במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים

### מינהלת מל"מ

המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי  
ע"ש עמוס דה-שליט



המחלקה להוראת המדעים

### משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית  
אגף מדעים



## **פיתוח וכתבה**

ד"ר יהודה בן חור

## **ראשי הפרויקט**

פרופ' בת-שבע אלון

פרופ' ענת ירדן

ד"ר זהבה שרץ

## **מרכז הפרויקט**

ד"ר אמנון חזן

## **שרטוטים ואיורים**

זיו אריאלי

מור מוריה-שיפוני

## **עריכה מדעית**

פרופ' יוחאי כרמל

## **עריכה לשונית**

ענבל גיל

## **עריכה מגדרית**

שרה אופק

## **עימוד**

מור מוריה-שיפוני

אבי טל

## **עיצוב גרפי**

זיו אריאלי

מור מוריה-שיפוני

---

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי, או מכני, או אחר, כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות

משרד החינוך

דפוס איילון, תשע"ג, 2013

מק"ט: 279-6485

# תוכן העניינים

5.....פתח דבר

6.....רשימת תמונות

## פרק 1: מהי סביבה

10.....א. מהי סביבה

12.....מרכיבי הסביבה

16.....סביבות שונות

32.....רמות ארגון בסביבה

33.....ב. מה למדנו בפרק זה?

34.....שאלות סיכום

## פרק 2: היצרנים במערכת האקולוגית

36.....א. הצמחים בסביבה

38.....תהליך הפוטוסינתזה

42.....נשימה ופוטוסינתזה

51.....צמחים טפילים וצמחים טורפים

53.....ב. מה למדנו בפרק זה?

54.....שאלות סיכום

## פרק 3: הצרכנים והמפרקים במערכת האקולוגית

58.....א. שרשרת מזון, מארג מזון, פירמידת מזון

70.....ב. המפרקים

75.....ג. מה למדנו בפרק זה?

76.....שאלות סיכום

## פרק 4: יחסי גומלין בין יצורים חיים במערכת האקולוגית

80.....א. יחסי גומלין במערכת האקולוגית

81.....טריפה

86.....תחרות

92.....חיי שיתוף - סימביוזה

96.....ב. גורמים המשפיעים על גודל אוכלוסייה

99.....ג. מה למדנו בפרק זה?

100.....שאלות סיכום

102.....מילון מונחים

## מהו מטמון חדש?

סדרת מטמון חדש כוללת את היחידות הבאות לכיתה ח':

**יחידות במדעי החומר - כימיה, פיסיקה:** "מסע אל היסודות", "מסע אל התרכובות", "מתחברים לחשמל", "אינרטאקציה כוחות ותנועה".

**יחידות במדעי החיים:** "יצורים חיים בסביבתם", "חוקרים מערכות רבייה".

בסדרה חומרי למידה מודפסים לתלמידים, מדריכים למורה וסביבה לימודית מתוקשבת, הנותנים מענה שלם ללמידה, לגיוון ולהעמקה בתחומי הכימיה, הפיזיקה, הביולוגיה והטכנולוגיה, בהלימה לתוכנית הלימודים המעודכנת (2012) במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים.

בחומרי מטמון חדש באים לידי ביטוי הניסיון המצטבר של המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע בפיתוח, במחקר ובפדגוגיה, והמעורבות רבת השנים בפיתוח מקצועי של מורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים. תוצרי התוכנית מתמקדים בעיקר בהיבטים האלה:

- הבניית רעיונות ועקרונות מרכזיים במדע וטכנולוגיה ומתן הזדמנויות להיכרות עם חידושים ופריצות דרך בתחום.
- הקניה ויישום של מיומנויות למידה, חשיבה, חקר ותיכון ושילובם המפורש בחומרי הלמידה.
- התאמה לצורכיהם של לומדים שונים.
- התנסות בפעילויות מעבדה, חקר ופתרון בעיות.
- שילוב פריטי הערכה לצורכי למידה.
- טיפוח העניין, המוטיבציה, הלמידה השיתופית והמכוונות העצמית של הלומדים.

### אנו מאחלים לכם למידה מהנה ופוריה

#### צוות מטמון חדש

## תודות

בהוצאתה לאור של החוברת "יצורים חיים בסביבתם" היו שותפים רבים שכל אחד תרם תרומה חשובה לתכנים, לעיצוב ולהפקת החוברת. לכולם מגיעה תודה.

לפרופ' ענת ירדן שליוותה את כתיבת החוברת מתחילתה, על הלווי הצמוד, על ההערות החשובות ועל התרומה הרבה בעיצוב התכנים והמבנה של החוברת.

לענבל גיל העורכת הלשונית על קריאה קפדנית, על עיצוב התוכן לשפה רהוטה, קריאה ושוטפת.

לפרופ' יוחאי כרמל על עריכה מדעית מקצועית, ועל הרעיונות וההערות שתרמו לרמתה המדעית של החוברת.

לדבי סומך ולרחלי זילברגר שקראו חלק מהחוברת בתחילת כתיבתה והוסיפו הערות חשובות.

לד"ר בועז שחם על הצילומים של בעלי החיים בחולות.

לזיו אריאלי על העיצוב הגרפי הנקי, האסטיטי והמקצועי.

למור מוריה-שיפוני ולאבי טל על עיצוב החוברת לתוצר שנעים להחזיק וכיף לקרוא בו.

### יהודה בן חור



# פתח דבר

כאשר אתם שומעים את המילה טבע, בוודאי עולה בדמיונכם תמונה של נוף ירוק ובו עצים, שדה פורח, מים זורמים, שקט ושלווה. אנו תופסים את הטבע כמקום נאצל שאליו הולכים להירגע ו"לתפוס שלווה". האומנם כך הוא הדבר? מנקודת מבט אקולוגית הטבע רחוק מלהיות שליו ושקט. בטבע יש התרוצצות מתמדת של בעלי חיים העסוקים ללא הפסק בחיפוש מזון, במציאת בן או בת זוג להתרבות, בטיפול בצאצאים, בחיפוש מסתור ובהשרדות. בטבע יש תחרות על משאבי הסביבה בין מינים שונים ובין פרטים בני אותו מין.

יש טורפים ונטרפים, יש טריטוריות, יש כובשים ונכבשים. יש טפילים המנצלים את הפונדקאי המארח אותם, יש גוזלים בקן הדוחפים את אחיהם כדי לזכות במזון. יש קניבליזם<sup>1</sup>, יש ניצול של החלש והלא מותאם ונידויו. יש להקות של פרטים הפועלים יחד בחיפוש מזון ובהגנה מפני אויבים. יש מינים פולשים הדוחקים את המינים המקומיים ותופסים את מקומם. זה קורה בכל יום, בכל שעה ובכל מקום בעולם; ועם זאת יש בטבע חוקיות המאפשרת למערכת כולה להתקיים.

האקולוגיה עוסקת בהבנת התופעות המרתקות הללו בטבע ובחוקיות העומדת מאחוריהן. גם אנחנו, בני האדם, חלק מהמערכת הזאת, אלא שבזכות יכולתנו השכלית הצלחנו לרתום את הטבע ואת היצורים החיים לצרכינו; לפתח זנים חדשים של צמחים ובעלי חיים ולתרבות מינים המספקים לנו מזון, לבוש, תרופות וחומרים נוספים; לפתח טכנולוגיות המסייעות לנו להתקיים בתנאי סביבה שונים ומגוונים.

תוחלת החיים של האדם גדלה הודות לכך, ועקב העלייה ברמת החיים וההצלחה להדביר חלק מהמחלות ולפתח תרופות מתאימות למחלות נוספות, אוכלוסיית העולם הולכת וגדלה בקצב מהיר. גידול האוכלוסייה מחייב כיבוש עוד ועוד שטחים ודחיקת היצורים החיים שהשטחים הללו הם בית גידולם.

כיצד האדם משפיע על המערכות האקולוגיות בטווח הקרוב ובטווח הרחוק יותר? על שאלה זו ועל הרבה שאלות נוספות נלמד ביחידה "יצורים חיים בסביבתם". במהלך הלימוד נכיר מאפיינים ומרכיבים שונים של הסביבה ונסה להבין את מארג הקשרים ויחסי הגומלין ביניהם. הלימוד ילווה בתצפיות, בשאלות שאלות, בביצוע ניסויים ובאיסוף מידע. הפעילויות תתבצענה בסביבות למידה שונות: בחדר המעבדה, בכיתה, בשדה ובסביבה וירטואלית, בעזרת המחשב. המטרה היא להכיר את הסביבה שבה אנו חיים ולהבינה טוב יותר - באופן שיאפשר לנו לכבדה ולשמור עליה.

שיהיה לכולנו לימוד פורה ומעניין!



עגורים בהתכנסות



נחל איתן



שדה פורח

1. קניבליזם: תופעה שבה בעל חיים אוכל את בשרו של בעל חיים אחר מאותו מין.

רשימת תמונות וצלמים לפי א'-ב'

| שם הצלם                                | רשימת התמונות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| אמיתי פיני                             | חדקונית הבלוטים (65)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| אריאלי זיו                             | נדל ארסי (15)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| בן חור יהודה                           | שדה פורח (5); הגולן (10); מדבר יהודה (10); שדה בור (13); שביל טשטוש (16); מלכודת חרקים (17); מלכודת מכרסמים (17); עקבות בחול (17); גלונים (20); עקבות כלי רכב בחול (21); מצבור אשפה בחולות (21); תמונות 1, 2, 3 (28); חוליות נודדות (29); חולות מיוצבים למחצה (29); חולות מיוצבים (29); תמונה ב' (36); ידיד החולות (52); יער יתיר (48); פטריות (72); ארגז לייצור דשונת (73); תולעים אדומות בערימת דשונת (73) |
| בן חור יקיר                            | עגורים בהתכנסות (5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ירדן ענת                               | סנדלית בטיפת מים (89)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| כהן אריה                               | נאדיד (51); כדנית (51)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| מסעוד אסף                              | כלי עם אצות חוטיות (39); צלחת פטרי (70)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| נגן ברק (באדיבות עיתון טבע הדברים)     | חיוואי הנחשים (64)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| נידאם שלום                             | כלורופלסטים באצה חוטית (39); מדידת אורך הנבטים (44); זרע דו פסיגי (45); זרע חד פסיגי (45); נבטים של שעועית (87)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ריימקס רוני (באדיבות עיתון טבע הדברים) | הרנוג השיטים על עץ שיטה (50)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| רן אודי (באדיבות עיתון טבע הדברים)     | נמייה (63); פרפר על פרח (80)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| שוב עמיקם                              | אלון מצוי (63); יערון גדול (65)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| שחם בועז                               | לטאה ירוקה (64); צפע ארץ ישראלי (64); ירבוץ בחול (19); תמונות 1-5 (30)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| באדיבות עיתון טבע הדברים               | עורבני שחור כיפה (63)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

חלק מהצילומים והאיורים המשולבים בספר נלקחו ברישיון מאת שטרסטוק Shutterstock.com.

# מקרא הסמלים

|                                                                     |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| שאלות שיש לענות עליהן במחברת.                                       | שאלות                        |
| משימת כתיבה, כמו: השלמת טבלה, גרף, איור וכדומה.                     | משימה                        |
| פעילות בכיתה המלווה לעתים בבנייה של תוצר, כמו: פוסטר או דגם וכדומה. | פעילות                       |
| ניסוי לביצוע במעבדה.                                                | ניסוי                        |
| פעילות ממוחשבת באתר 'מטמו"ן חדש'.                                   | פעילות ברשת                  |
| צפייה בסרטון באתר 'מטמו"ן חדש'.                                     | צפייה בסרט                   |
| פעילות להקניה או לתרגול של מיומנויות למידה.                         | מיומנויות במדע וטכנולוגיה  |
| פעילות המדמה את דרכי פעולתו של מדען.                                | בדיקת המחקר                |
| העשרת ידע באמצעות עובדות נוספות הקשורות לחומר הנלמד.                | מעניין ומסקין              |
| שאלות לדיון בכיתה עם המורה או בקבוצות.                              | דיון                       |
| ניסוי המודגם על ידי המורה או נצפה באתר 'מטמו"ן חדש'.                | הדגמה                      |
| משקפיים דמיוניים המאפשרים "לראות" את מה שעין האדם אינה רואה.        | משקפי קסם                  |
| מידע והרחבה על תכנים שמעבר לתכנית הלימודים.                         | מידע והרחבה                |





# פרק 1

## מהי סביבה?

# א. מהי סביבה?

מאז ומעולם עוררו תופעות החיים סקרנות והתפעלות בקרב האדם, והוא שאף לדעת ולהבין את העולם הסובב אותו. קיומו של האדם היה ועודנו תלוי בסביבתו הטבעית: מהטבע הוא משיג את מרבית מזונו, את לבושו וכן חומרים לבניית מגוריו. הסביבה משפיעה על האדם; התנאים הקיימים בה קובעים במידה רבה את אורח חייו של האדם החי בה ואת התנהגותו. האדם משפיע על הסביבה ומשנה אותה. הוא בונה בתים, סולל כבישים, הופך אזורים טבעיים לשדות חקלאיים או לשטחי מגורים. האדם בונה סכרים ומשנה את הזרימה של נחלים. במקום אחד הוא כורת יערות, ובאחר - נוטע עצים. הוא יוצר זנים חדשים של צמחים ובעלי חיים ומשביח מינים טבעיים. האדם גם מזהם את הסביבה ופוגע בצומח ובחי המצוי בה.

בטיולים כיתתיים או בטיולים משפחתיים בוודאי ביקרתם באזורים שונים בארץ וראיתם שיש הבדלים בין אזור אחד למשנהו. הנגב שונה מהכרמל, הגליל שונה ממישור החוף, והרי יהודה שונים מהרי אילת. ארץ-ישראל היא קטנה בשטחה אבל מגוונת מאוד בנופיה. יש בה מדבר וחורש, חוף ים וחולות, עמקים והרים, נחלי איתן ונחלי אכזב. לכל אזור יש מאפיינים הייחודיים לו, והם אלה שקובעים את תנאי הסביבה ובעקבות זאת את מרכיביה.



נופים בארץ ישראל: 1. הגולן 2. הגליל 3. הכרמל 4. מדבר יהודה 5. הרי אילת

בצפון הארץ נמצא ההר הגבוה ביותר בארץ-ישראל, הוא הר החרמון - גובהו 2,224 מטר, הטמפרטורה הממוצעת בו נמוכה, ובחודשי החורף פסגתו מושלגת. מהצד השני, בדרום הארץ נמצא המקום היבשתי הנמוך ביותר בעולם, הוא חוף ים המלח, 425 מטר מתחת לפני הים, ושם הטמפרטורה גבוהה מאוד. הטמפרטורה הגבוהה ביותר בארץ נמדדה עד כה בסדום,  $48^{\circ}\text{C}$  בצל. יש אזורים בארץ שכמות המשקעים השנתית בהם מגיעה ל- 800 מילימטר, ולעומת זאת יש אזורים שיוורדים בהם פחות מ- 25 מילימטר גשם במשך שנה שלמה.



בזכות מיקומה הגיאוגרפי - נקודת חיבור בין שלוש היבשות: אירופה, אסיה ואפריקה - מהווה ארץ-ישראל גשר בין אזורי אקלים שונים, ולכן נמצא בה נוסף על המינים המקומיים גם מינים של צמחים ובעלי חיים שמוצאם מאפריקה, מאסיה ומאירופה. הרבגוניות הזאת מתבטאת במגוון מינים רחב. הטבלה הבאה תמחיש את הדבר.

**מגוון מינים** - מדד המבטא את עושר המינים, כלומר מספר המינים החיים בשטח מסוים, ואת שכיחותם היחסית בו.

**טבלה 1** - מספר מיני העופות בארצות שונות בהשוואה לשטחן

| הארץ            | השטח בקמ"ר | מספר מיני העופות | מספר מיני העופות ל-1,000 קמ"ר |
|-----------------|------------|------------------|-------------------------------|
| ישראל           | 29,600     | 470              | 15.8                          |
| בריטניה ואירלנד | 244,000    | 489              | 2                             |
| סקנדינביה       | 774,00     | 295              | 0.38                          |
| גרמניה          | 356,000    | 258              | 0.73                          |
| פולין           | 312,000    | 230              | 0.74                          |
| סין             | 9,800,000  | 1,198            | 0.12                          |
| יפן             | 370,000    | 533              | 1.44                          |
| עיראק           | 444,000    | 420              | 0.95                          |
| מצרים           | 990,000    | 427              | 0.43                          |
| סודן            | 2,500,00   | 871              | 0.35                          |



עיינו בטבלה וענו על השאלות הבאות:

1. איזו מדינה היא בעלת השטח הגדול ביותר?
2. באיזו מדינה יש את מספר מיני העופות הגדול ביותר?
3. באיזו מדינה מגוון מיני העופות (מספר מינים ליחידת שטח) הוא הגדול ביותר?
4. מנו שני גורמים העשויים לדעתכם להשפיע על מגוון מיני העופות בארצות השונות.
5. רשמו שלושה מיני עופות שאתם מכירים בסביבת מקום המגורים שלכם.

## מרכיבי הסביבה

מדע האקולוגיה עוסק בחקר יחסי הגומלין בין היצורים החיים לבין סביבתם ובין היצורים החיים לבין עצמם. אקולוגים נוהגים למיין את הגורמים בסביבה לשניים: א-ביוטיים וביוטיים.

**גורמים א-ביוטיים** - המרכיבים הלא-חיים של הסביבה המשפיעים על השפעה והתפוצה של היצורים החיים בה: טמפרטורה, משקעים, לחות, רוחות, הרכב האוויר, סוג המסלע והקרקע, המים והרכבם, המיקום הגיאוגרפי.

**גורמים ביוטיים** - היצורים החיים בסביבה, אלה הנראים לעין ואלה שאינם נראים לעין, המשפיעים על השפעה והתפוצה של יצורים אחרים בסביבתם: הצמחים, בעלי החיים כולל מיקרואורגניזמים ויחסי הגומלין ביניהם.

נוהגים למיין את המרכיבים בסביבה גם על-פי השתייכותם לארבע מערכות המכונות בשם כולל מערכות כדור הארץ, ואלו הן:

**הגאוספירה** (גאו = מסלע; ספירה = כדור) - מערכת הכוללת את הסלעים ואת הקרקעות של כדור הארץ.

**אטמוספירה** (אטמו = אוויר) - מערכת הכוללת את הגזים העוטפים את כדור הארץ.

**ביוספירה** (ביו = חיים) - מערכת הכוללת את היצורים החיים על פני כדור הארץ.

**הידרוספירה** (הידרו = מים) - מערכת הכוללת את כל מקווי המים על פני כדור הארץ (אוקיינוסים, נחלים, אגמים, מי תהום ומעיינות).





## פעילות 1: סיור להכרת הסביבה ומרכיביה

**ציוד וחומרים:** זכוכית מגדלת, כלי איסוף (כגון: שקיות פלסטיק, קופסאות פלסטיק), מלקטת, מכחול, בריסטול, מצפן, מד-טמפרטורה, מד-לחות, מד-רוח, מדבקות.

**לכל סיור יש להצטייד בפרטים הבאים:** נעלי הליכה סגורות, כובע, בקבוק מים לשתייה, שקית אשפה, מצע קשיח לכתיבה, כלי כתיבה, מחברת, מצלמה.



שדה בור

### מהלך הפעילות

צאו לחצר בית הספר או לשדה קרוב, ובצעו את הפעילויות הבאות:

#### 1. תצפית

- א. רשמו את שם המקום, התאריך והשעה, וכן ציינו את עונת השנה.
- ב. התבוננו סביב ותארו במשפטים ספורים את מאפייני השטח. שלבו בתיאור את רוב הפרטים שאתם רואים. שימו לב לגוונים השונים של הקרקע ושל השמים, לפסולת ולחפצים מעשי ידי אדם, לריכוזים של צמחייה, לעקבות בעלי חיים ועוד.
- ג. קבעו את תחומי השטח שאותו תרצו לחקור. גבולות השטח ייקבעו על ידכם, על פי שיקולים שתדונו בהם ביניכם בקבוצה. פרטו את השיקולים שלכם.
- ד. ציירו על גבי בריסטול מפה המתארת את השטח שבחרתם ואת גבולותיו. רשמו על גבי המפה את הצפון, היעזרו במצפן.
- ה. סמנו במקום המתאים במפה את הפרטים שאתם רואים.

#### 2. מדידות

- א. מדדו את טמפרטורת האוויר בעזרת מד-טמפרטורה (את טמפרטורת האוויר מודדים במקום מוצל כדי למנוע את השפעת הקרינה הישירה על המדידה).

- ב. מדדו את הטמפרטורה על פני הקרקע במקום חשוף לשמש ובמקום מוצל.
- ג. מדדו את הטמפרטורה בתוך תלולית עפר, של חולד למשל, או בתוך קן נמלים.
- ד. מדדו את לחות האוויר בעזרת מד-לחות.
- ה. בעזרת מד-רוח מדדו את מהירות הרוח ואת כיוונה.
- ו. הביטו למעלה ותארו את השמים שמעליכם (שמים נקיים, עננות קלה, עננות בינונית, עננות מלאה).
- ז. רשמו את הממצאים במחברותיכם, הקפידו לרשום ליד כל ממצא את יחידות המדידה המתאימות.

### 3. איסוף פריטים מהסביבה

- א. אספו בשטח דוגמאות של מרכיבי הסביבה, לדוגמה: ענף, פרח, עלה (הקפידו שהם יהיו מצמח לא מוגן), סלע, קרקע וכדומה, והביאו אותן לכיתה.
- ב. האם אתם מזהים עדויות לפעילות בעלי חיים בסביבה? אם כן, מהן? אספו בשקית דוגמאות לעדויות כאלה.
- ג. האם אתם מזהים עדויות לפעילות האדם בסביבה? אם כן, מהן? אספו בשקית דוגמאות לעדויות כאלה.

### 4. צילום הסביבה

צלמו את הפריטים הבאים:

- קרקע, סלעים
- בעלי חיים
- צמחים
- שמיים
- עדויות לפעילות בעלי חיים
- עדויות לפעילות האדם

### 5. סיכום הסיור בכיתה

#### א. ארגון הפריטים שנאספו

1. ערכו בכיתה תצוגה של הפריטים שאספתם. הפריטים שאספתם קשורים כולם למרכיבי כדור הארץ.
2. מיינו את הפריטים שאספתם ושייכו אותם לכל אחת ממערכות כדור הארץ.

#### ב. דו"ח מסכם

1. הכינו דו"ח מסכם בעזרת מצגת והציגו אותו במליאת הכיתה. שלבו בדו"ח את הדברים הבאים:
  - מקום הסיור, תאריך הסיור ושעת הסיור
  - המפה של השטח שצפיתם בו
  - תיאור תחומי השטח
  - תיאור הפריטים שאספתם
  - הגורמים הביוטיים והגורמים הא-ביוטיים בסביבה שחקרתם
  - תוצאות המדידות
  - עדויות מצולמות
2. הציגו את המצגת בפני הכיתה.
3. כיצד לדעתכם ייראה בית הגידול שחקרתם בעוד שלושה חודשים? ציינו שינויים בגורמים הא-ביוטיים והביוטיים.

## כללי התנהגות במהלך סיור לימודי

- הסיור הוא פעילות לימודית קבוצתית בשטח המתקיימת במסגרת הלימודים הרגילה.
- במהלך הסיור תאספו מידע ואותו עליכם לרשום במחברותיכם להמשך הפעילות בכיתה.
- בסיום הסיור כל קבוצה תכין דו"ח מסכם, על-פי ההנחיות שתינתנה לכם.
- כחובבי טבע עליכם לשמור על הסביבה כך שגם אחרים יוכלו ליהנות ממנה וללמוד בה לאחר שתעזבו את השטח. לשם כך עליכם להקפיד על כללי ההתנהגות הבאים:
  1. אין להשאיר פסולת או כל פריט אחר בשטח. יש להכניס פריטים מיותרים לתיק או לשקית ולזרוק לפח האשפה הקרוב.
  2. אסור לפגוע בבעלי חיים ובצמחים.
  3. אפשר לערוך תצפיות גם על-ידי לכידה של בעלי חיים, אבל יש להקפיד לשחררם בבית גידולם לאחר התצפית.
  4. אסור לגעת בבעלי החיים בידיים חשופות. בעלי חיים קטנים יש לאסוף במלקטות בלבד. יש להימנע מאיסוף נחשים, עקרבים ונדלים.
  5. מצמחים שאינם מוגנים אפשר לקטוף ענף לדוגמה, ואילו צמחים מוגנים יש לצלם בלבד! אם אינכם בטוחים אם צמח מוגן או לא, התייעצו עם מוריכם.
  6. הקפידו על שקט! אתם עורכים תצפיות על בעלי חיים בסביבתם הטבעית. רעש ותנועה חשודה עשויים לגרום להם להסתתר או לברוח, ולא תוכלו לראותם.
  7. הקפידו על חבישת כובע, הליכה עם נעליים סגורות ושתייה מרובה של מים.

**שמירה על כללי התנהגות נאותים היא תנאי להצלחת הסיור ולהנאה ממנו.**



נדל ארסי

## סביבות שונות

### חולות, חוליות (דיונות) ושלולית חורף

נתאר עתה שתי סביבות שונות המהוות **בתי גידול** לבעלי חיים וצמחים שונים.

**בית גידול** - המקום שבו חי, גדל ומתפתח היצור החי. בו מתקיימים התנאים הנחוצים לו וממנו הוא מקבל את צורכי הקיום שלו, כגון: מים, מזון, מקום מסתור וחמצן. ליצורים חיים שונים בתי גידול שונים.

### לילה בחולות



שביל טשטוש

יצאנו עם **אקולוג** רשות הטבע והגנים לסיור בחולות בפארק ניצנים. התחלנו את הסיור בהליכה לרוחב הפארק וחצינו אזורים השונים זה מזה בפני השטח שלהם, בכיסוי הצומח ובמיני הצמחים הגדלים בהם. השמש החלה לשקוע, רוח קרירה נשבה מהים. החלטנו להתמקם ולבצע מדידות בשטח.

התמקמנו ליד אחת התלוליות והתחלנו בהקמת תחנת המדידות. הנחנו מד-טמפרטורה על פני החול, נעצנו מד-טמפרטורה בחול בעומקים שונים ובתוך מחילות מכרסמים. העמדנו מד-לחות למדידת לחות האוויר והנחנו שבשבת בראש החולית, למדידת כיוון הרוח ומהירותה.

עתה ניגשנו להכין שביל טשטוש שישמש אותנו לגילוי עקבות בעלי חיים. הכנו שביל טשטוש באורך 100 מטר. בעזרת מגב גומי מרחנו את המשטח כך שקיבלנו שטח חלק לגמרי.

באזור מרוחק יותר מיקמנו מלכודות ללכידת חרקים. מתחת לשיחים הנחנו מלכודות למכרסמים במרחקים שונים. בכל מלכודת הנחנו פיתיון, בדרך כלל במבה, חטיף אהוב על המכרסמים. לאחר הנחת כל המכשירים והמלכודות התכנסנו סביב מדורה ושמענו הרצאה על החולות בפארק ניצנים.

**אקולוג** - מומחה העוסק בחקר הסביבה על כל מרכיביה, ובכלל זה יחסי הגומלין בין היצורים החיים לבין סביבתם.



**טבלה 2: מדידות וממצאים בתחנת המדידה בחולות בשעות הלילה\***

| שעת מדידה                  | הגורם הנבדק |      |      |      |           |           |
|----------------------------|-------------|------|------|------|-----------|-----------|
|                            | 6:00        | 4:00 | 2:00 | 0:00 | 22:00     | 20:00     |
| טמפרטורת פני הקרקע (°C)    | 21          | 20   | 21   | 23   | 24        | 29        |
| טמפרטורה בעומק 10 ס"מ (°C) | 28          | 27   | 29   | 31   | 32        | 35        |
| טמפרטורה בעומק 20 ס"מ (°C) | 30          | 30   | 30   | 31   | 32        | 33        |
| טמפרטורה במחילה (°C)       | 28          | 28   | 29   | 30   | 30        | 31        |
| לחות יחסית באוויר (ב- %)   | 100         | 100  | 100  | 92   | 82        | 70        |
| כיסוי עננים                | אין         | אין  | אין  | אין  | אין       | אין       |
| כיוון הרוח                 | אין         | אין  | אין  | אין  | צפון מערב | צפון מערב |
| עוצמת הרוח                 | -           | -    | -    | -    | ++        | ++        |
| מצב ירח                    | אין         | אין  | אין  | אין  | אין       | שקיעה     |

\* תאריך: 5-6 יוני 2009

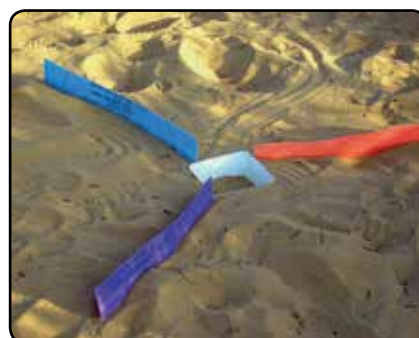
בעזרת לוח העקבות זיהינו את היצורים הבאים שעברו בשביל הטשטוש: שחאורית רחבת כנף (חיפושית גדולה), תיקן חולות, מושית השבע (פרת משה רבנו), גרביל חולות, ארינמל, ישימונית מצויה, נחושת חולות. במלכודת החרקים מצאנו: נמלת קציר, תיקן חולות, שחאורית רחבת כנף, רצה מצוירת, זבלית חולות. הנחנו עשר מלכודות למכרסמים, חמש מהן היו ריקות ובאחרות לכדנו ירבע מצוי אחד, שני גרבילי חולות ושני גרבילי חוף.



עקבות בחול



מלכודת מכרסמים



מלכודת חרקים

## פעילות 2: גורמים ביוטיים וא-ביוטיים

1. העתיקו למחברת את הטבלה הבאה, מיינו את הגורמים שנמדדו ושנבדקו בסיור הלילי בחולות לפי גורמים ביוטיים וגורמים א-ביוטיים ורשמו אותם בטבלה.

| גורמים ביוטיים | גורמים א-ביוטיים |
|----------------|------------------|
|                |                  |
|                |                  |
|                |                  |
|                |                  |

2. בעלי החיים שנתקלנו בהם בסיור בחולות באופן ישיר על ידי לכידתם במלכודות, או באופן עקיף על ידי זיהוי עקבותיהם, שייכים למחלקות שונות.

חפשו באינטרנט או במקורות מידע נוספים כמו האנציקלופדיה "החי והצומח של ארץ ישראל", מידע על בעלי החיים הללו ואת תמונותיהם. על סמך מידע זה מיינו את בעלי החיים למחלקות ראו דוגמה בטבלה הבאה.

| שם המחלקה | שמות בעלי-החיים                                  |
|-----------|--------------------------------------------------|
| חרקים     | שחאורית רחבת כנף; תיקן חולות; מושית השבע; ארינמל |
| זוחלים    |                                                  |
| יונקים    |                                                  |

3. בחרו אחד ממיני בעלי החיים שנמצאו בסיור, כאלה שנלכדו או שנראו עקבותיהם. חפשו במקורות מידע וכתבו:

א. סיכום על אורח חייו של בעל החיים, מבנה גופו, מזונו, מי הם אויביו, היכן הוא נפוץ, שעות הפעילות שלו ופרטים מעניינים נוספים.

ב. ציינו דרך התאמה אחת של בעל החיים שבחרתם לחיים בחולות. הסבירו את היתרון של דרך ההתאמה שציננתם.

ג. צרפו תמונה של בעל החיים.

את אותן מדידות שביצענו בתחנה בלילה ביצענו גם בשעות היום. בטבלה 3 מוצגים הנתונים.

**טבלה 3:** מדידות וממצאים בתחנת המדידה בחולות בשעות היום

| שעת מדידה                  | הגורם הנבדק |            |            |            |
|----------------------------|-------------|------------|------------|------------|
|                            | 10:15       | 11:15      | 12:15      | 13:15      |
| טמפרטורת פני הקרקע (°C)    | 33          | 43         | 49         | 47         |
| טמפרטורה בעומק 10 ס"מ (°C) | 27          | 27         | 28         | 29         |
| טמפרטורה בעומק 20 ס"מ (°C) | 28          | 27         | 28         | 28         |
| טמפרטורה במחילה (°C)       | 27          | 28         | 27         | 27         |
| לחות יחסית באוויר (ב- %)   | 55          | 50         | 49         | 55         |
| כיסוי עננים                | כיסוי חלקי  | כיסוי חלקי | כיסוי חלקי | כיסוי חלקי |
| כיוון הרוח                 | דרום מערב   | דרום מערב  | דרום מערב  | דרום מערב  |
| עוצמת הרוח                 | חלשה        | חלשה       | חלשה       | חלשה       |



1. רוב בעלי החיים בחולות מעדיפים להסתתר בשעות היום ולהיות פעילים בשעות הערב והלילה. עיינו בנתונים בטבלאות 2 ו-3 והסבירו מדוע.
2. ציינו יתרון נוסף לפעילות בלילה.



ירבוע מצוי



גלונים

**מקור החולות ותכונותיהם**  
חולות מישור החוף בישראל משתרעים לאורך כ-190 קילומטר ברצועה צרה שרוחבה נע בין קילומטר אחד ובין שבעה קילומטרים. פארק החולות בניצנים נמצא מדרום לאשדוד והוא אזור החולות הגדול ביותר שנותר במישור החוף. מקורם של החולות הוא בהרי אתיופיה, והם מובלים אל הים התיכון על-ידי נהר הנילוס. משפך הנילוס בצפון מצרים מגיע החול אל חופי ארץ-ישראל עם גלי הים, החול שוקע על החוף, מתייבש בזמן השפל, והרוח נושאת אותו מהים פנימה אל היבשה.

הרוח אינה מסוגלת לשאת גרגרי חול בקוטר גדול (כ-2 מ"מ) למרחק רב, והתנועה - המכונה זחילה - נעשית בצורה של הקפצות. אחת מתוצאותיה של תנועות ההקפצה והזחילה האיטית היא יצירת גלונים המכסים פני שטח של חול בלתי מלוכד.

פסגת כל גלון מכוסה בחול גס, זוחל, המצטבר ויוצר מעטה גלי שהרוח אינה מסוגלת להזיז ישירות.

תנועת החול על-ידי הרוח יוצרת את החוליות (דיונות). לחולית יש פרופיל לא סימטרי, הצד הפונה לרוח הוא בעל שיפוע מתון, והצד המוגן מהרוח הוא תלול. רוב כמות החול בחולית נמצאת במרכז, ואילו השוליים צרים יותר, דבר המקנה לחולית צורה של חצי סהר.

קצב ההתקדמות של חוליות תלוי בעוצמת הרוח ובגובה החולית. בבדיקות שבוצעו במהלך 25 השנים האחרונות נמצא כי הדיונות בחולות ניצנים נדדו מרחק בין 2.5 ל-3.9 מטר בממוצע לשנה.



חולית (דיונה)

בגלל מיקומו הגיאוגרפי של פארק החולות ומגוון יחידות הנוף המצויות בו יש בו עושר של מיני צמחים ובעלי חיים. קיימים בו גם צמחים ובעלי חיים שזהו אזור התפוצה הבלעדי שלהם ולא נמצא אותם במקומות אחרים, מיני צמחים ובעלי חיים אלה נקראים **מינים אנדמיים**. בפארק החולות חיים צמחים ובעלי חיים נדירים שחלקם בסכנת הכחדה. פארק החולות נמצא בסכנת הרס גבוהה בגלל סיבות שונות: תהליכי הפיתוח לצורכי בנייה ותיירות, כרייה בלתי חוקית של חול לבנייה ולסלילת כבישים, תנועת רכבי שטח הפוגעת בקרקע, בצומח ובבעלי החיים, השלכה בלתי חוקית של פסולת המזהמת את השטח ואת מי התהום.

**מין אנדמי** - מין בעל תפוצה גיאוגרפית מוגבלת לאזור מסוים ולא ימצא בכל אזור אחר בעולם. הביטוי "מין אנדמי" נגזר משמם של קבוצת איים באוקיינוס ההודי, הנקראים איי אנדמן, בהם נצפתה לראשונה התופעה של מינים אנדמיים.



## ילד של חולות<sup>1</sup> / עמוס קין

"יש ילדים של העמק, ילדים של ההר ויש ילדים של חולות

אני ילד של חולות

וכאשר הם נעלמים

נעלם לי הדבר שבו נולדתי

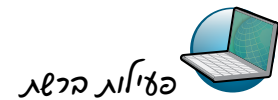
ומי שרוצה, יכול לקרוא לזה מולדת."



מצבור אשפה בחולות



עקבות כלי רכב בחול



עוד על [פארק החולות](#) קראו בכתבה באתר החוברת.

## בריכות החורף



בריכת חורף

עד לפני כמה עשורים שלוליות החורף - או כמו שהן מכונות בלשון המדעית, בריכות החורף - היו נפוצות מאוד ברחבי הארץ. בשני העשורים האחרונים מספרן הצטמצם מאוד בשל הפיתוח והעיור המואצים. חלקן יובשו, ועל שטחן נבנו שכונות מגורים או נסללו כבישים, וחלקן זוהמו והחיים בהן נכחדו. גם המעטות שעדיין קיימות נמצאות בסכנת הכחדה.

במרכז העיר ירושלים נמצאת בריכה עתיקה הנקראת בריכת ממילא. בימי הקיץ הבריכה יבשה לגמרי, ועם בוא החורף היא מתמלאת מים והופכת

לסביבה מלאת חיים. יצאנו לבקר בבריכת ממילא באמצע החורף. השלולית הייתה מלאת חיים, אלפי סרטנים ירודים, זחלי יתושים, ראשנים וקרפדות התרוצצו בתוך המים. אצה חוטית צפה גושים-גושים בתוך המים, וציפורים נראו עפות ומתרוצצות סביב בחיפוש מזון.

הצטיידנו ברשתות ללכידת יצורים חיים, בערכות לבדיקת המים, בכוסות זכוכית, בכלי פלסטיק ובזכוכיות מגדלת. בעזרת הרשתות לכדנו מינים שונים של יצורים על פני המים, בגוף הבריכה ובתחתיתה. לאחר שהתבוננו ביצורים זיהינו אותם החזרנו אותם לבריכה. המינים שלכדנו היו: זים רגל, דפנייה, סרטן בוץ - מחלקת סרטנים מסננים, שט גב, חיפושית מים, זחלי יתושים, בר יומן ושפיריות - מחלקת החרקים.

1 עמוס קין, אל ארצך, אל מולדתך, ידיעות אחרונות, 1981.

כמו כן מדדנו את המשתנים הא-ביוטיים בבריכה.

**טבלה 4:** מדידות בבריכת ממילא\*

| הערך      | הגורם הנמדד          |
|-----------|----------------------|
| 22 °C     | טמפרטורה באוויר      |
| 18 °C     | טמפרטורת המים        |
| 7.0       | pH                   |
| 12 mg/ℓ** | חמצן מומס            |
| 60 mg/ℓ   | מליחות               |
| 0.25 mg/ℓ | ריכוז זרחות (פוספאט) |

\* תאריך: 12/2/2010, שעה: 11:00

\*\* mg/ℓ = מיליגרם לליטר.



בחרו גורם א-ביוטי אחד שנמדד ותארו את השפעתו על היצורים החיים בבריכת החורף.

| ההשפעה על היצורים החיים בבריכת החורף | גורם א-ביוטי    |
|--------------------------------------|-----------------|
|                                      | טמפרטורה        |
|                                      | pH              |
|                                      | מליחות          |
|                                      | ריכוז חמצן מומס |



### פעילות 3: התאמת יצורים חיים לסביבתם הכרת מבנה גופה ואורח חייה של הדפנייה (*Daphnia magna*)

בפעילות הבאה נכיר את אחד היצורים הנפוצים ביותר בבריכת החורף, את הדפנייה, ונלמד על אורח חייה והתאמתה לחיים בבית גידול זה. הדפנייה נפוצה גם במקווי מים מתוקים אחרים, כמו אגמים, נחלים ובריכות קבועות.

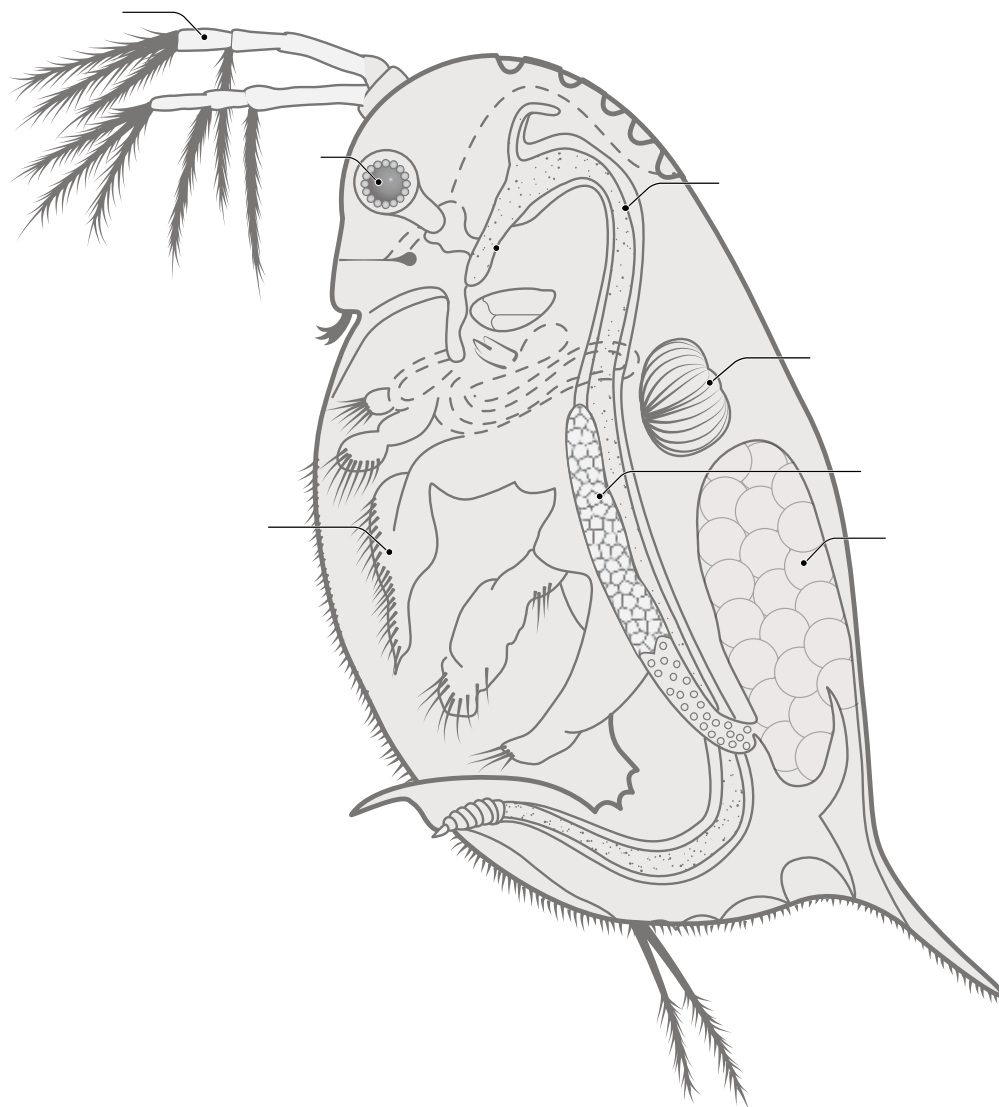
**ציוד וחומרים:** כוס זכוכית עם מים המכילים דפניות, טפי, זכוכית מגדלת, מיקרוסקופ אור או בינוקולר, זכוכית מתקן בעלת שקע או זכוכית שעון, צמר גפן, מחט מתקן.

#### מהלך הפעילות

1. לפניכם כלי זכוכית ובתוכו דפניות. התבוננו בהן ותארו בקצרה את תנועת הדפנייה. שימו לב לאיברי התנועה, לכיוון התנועה ולצורת התנועה.
2. העבירו בעזרת טפי כמה דפניות לזכוכית שעון, הוסיפו מעט מים כדי לאפשר להן לנוע. התבוננו בהן מבעד לזכוכית מגדלת.
3. בחרו בפרט הגדול ביותר והשקוף ביותר, העבירו אותו בעזרת הטפי לזכוכית מתקן בעלת שקע, האטו את תנועתו על-ידי הוספת מעט צמר גפן לטיפת המים שבשקע. העבירו את זכוכית המתקן עם הדפנייה למיקרוסקופ אור והסתכלו עליה בהגדלה קטנה.
4. זהו את האיברים הבאים ותארו אותם (היעזרו באיור): עין מורכבת, לב, מעי, שחלה, גפיים, מחושים, כיס דגירה.
5. אתרו את הלב ועקבו אחר התכווצויותיו.
6. העבירו להגדלה בינונית, הסתכלו שוב על הלב, שימו לב לזרימת הדם מן הלב אל חלקי הגוף השונים.
7. הסתכלו על המעי וזהו מה אוכלת הדפנייה (רמז: שימו לב לצבע תכולת המעי).
8. הסתכלו בכיס דגירה, בדקו את תכולתו וציינו באיזה מצב הוא.  
כיס זה עשוי להיות באחד מהמצבים הבאים:  
א. ריק.  
ב. מכיל מספר רב של ביצים.  
ג. מכיל עוברים בשלבי התפתחות שונים.  
ד. מכיל שתי **ביצי קיימא** בתוך נרתיק מיוחד הנקרא "אוכף".

**ביצי קיימא** - ביצים מופרות העטופות במעטה קשיח. ביצים אלו עמידות בתנאי יובש, ותבקענה רק בעונה גשומה.

רשמו במקום המתאים את האיברים הבאים: עין מורכבת, אף, מעי, שמלה, לפי, אמו, כיס דליה



דפנייה - מבנה גוף ואיברים

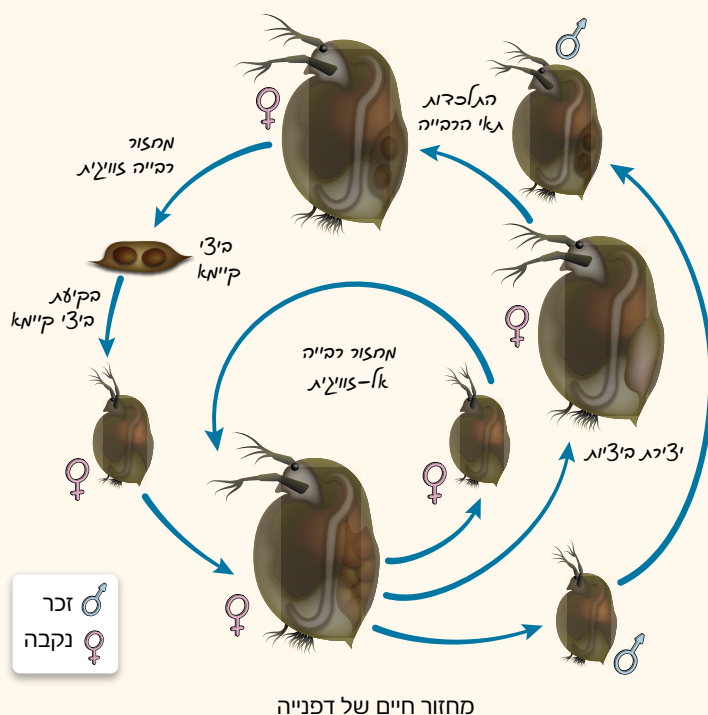
## הכל על הדפנייה

**מין:** *Daphnia magna* **סוג:** דפנייה (Daphnia) **משפחה:** דפניים (Cladocera) **סדרה:** דפנאיים (Crustacea)

**מחלקה:** סרטנים מסננים **תת-מערכה:** סרטנאים **מערכה:** פרוקי רגליים **ממלכה:** בעלי חיים

הדפנייה היא יצור רב-תאי השייך לקבוצת יצורים הנקראת בשם כלל סרטנים ירודים או בשם המדעי סרטנים מסננים. היא חיה במקווי מים מתוקים כמו בריכות חורף, אגמים ונחלים שהמים בהם אינם מזוהמים, כמו למשל בכנרת. גודלה 1-3 מילימטרים. היא ניזונה מאצות המרחפות במים ומתרכובות אורגניות. אזורי החזה והבטן שלה מכוסים בשריון דק ושקוף. במינים מסוימים מתמשך השריון בקצהו האחורי למעין קוף. בראש בולט זוג מחושים הנושא זיפים מנוצים המשמשים לשחייה. השחייה נראית כעין ניתור במים. בראשה בולטת עין מורכבת גדולה ויחידה. החזה נושא גפיים דמויי עלעלים המשמשים לתנועה ומסייעים בסינון המזון. הבטן נמצאת בחלק האחורי ומקופלת כלפי הגחון והיא נושאת מצדה הגבי זוג זיפים. הדפניות מתרבות בדרך-כלל **ברביית בתולין**, ומרכייה זו נוצרות רק נקבות.

**רביית בתולין** - רבייה באמצעות ביציות לא מופרות. בסוג זה של רבייה מעורב הורה אחד בלבד.



אולם כאשר התנאים בבריכה משתנים לרעה, כלומר, טמפרטורת המים עולה, יש מחסור במזון ואיכות המים יורדת, מתפתחים מרביית הבתולין גם זכרים. כאשר יש זכרים ונקבות, יכולה להתרחש **רבייה זוויגית**. מן הביצים המופרות מתפתחות בכיס הדגירה הגבי 1-2 ביצי קיימא העטופות מעטה קשה. כאשר הדפנייה עם הביצים מתה, אלה נותרות בתוך הנשל ושוקעות לקרקעית או צפות על פני המים. ביצי הקיימא עוברות את תקופת הקיץ, שבה השלולית יבשה, בזכות המעטה הקשה העוטף אותן. בחורף, עם ירידת הטמפרטורה ובוא הגשמים, נמס המעטה, הביצים בוקעות - ומתפתחות מהן דפניות נקבות, וחוזר חלילה.

**רבייה זווגית** - רבייה שבה מעורבים שני הורים, ובה מועבר רק חלק מהחומר התורשתי מכל הורה אל הצאצאים. צאצאים שנוצרו ברבייה זווגית אינם זהים בתכונותיהם להורה ואינם זהים זה לזה.

הדפניות נמנות עם קבוצה של בעלי חיים זעירים שבדרך כלל צפים ונסחפים במים. אלה מכונים **זואופלנקטון**, ומהווים מזון לדגים וליצורים חיים אחרים במקווה המים.

**זואופלנקטון** - בעלי חיים קטנים הצפים ונסחפים במים (זואו = בעל חיים; פלנקטון = נסחף).



קראו את המידע על הדפנייה.

העתיקו למחברותיכם את טבלה 5.

מלאו את הטבלה על-פי הנתונים שאספתם בתצפית ומקריאת הקטע "מעניין ומסקרן".

**טבלה 5:** התאמת מבנה הדפנייה לפעולות החיים שהיא מקיימת

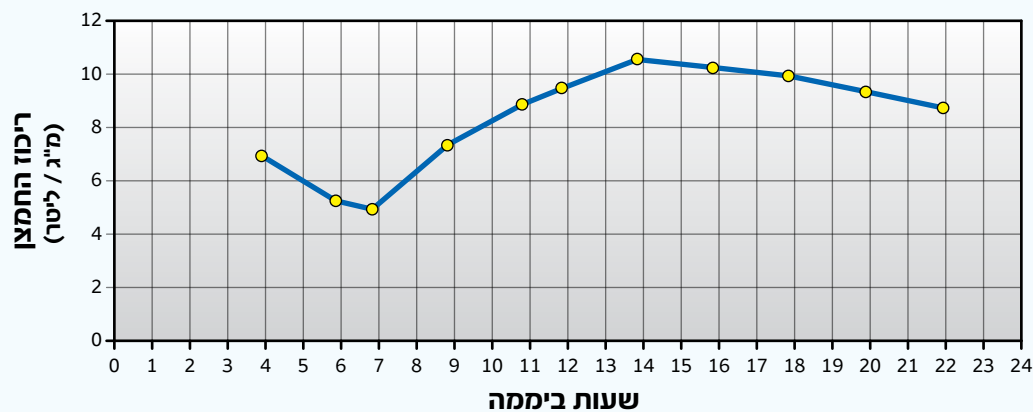
| מאפייני חיים       | כיצד הדפנייה מקיימת פעולות אלה? |
|--------------------|---------------------------------|
| תנועה              |                                 |
| תזונה              |                                 |
| רבייה              |                                 |
| נשימה              |                                 |
| קליטת מידע מהסביבה |                                 |



צפו בסרטון על הדפנייה באתר החוברת.

ברירת החורף היא גוף מים טבעי המתהווה במקומות נמוכים בנוף. ברוב המקרים, מקור המים בבריכה הוא גשמי החורף הממלאים אותה ישירות או המגיעים כנגר עילי מאגן ניקוז. בברית החורף יש מחזוריות של עונה רטובה, שבה יש מים בבריכה, ועונה יבשה, שבה הבריכה מתייבשת. בגופי המים הללו מתקיימת חברה המותאמת לחיים בתנאים אלו.

1. ציינו שלושה הבדלים בין ברית חורף לבין מקווה מים מתוקים יציב.
2. מנו שלושה גורמים א-ביוטיים שהשפעתם על החיים בברית החורף בולטת במיוחד.
3. לפניכם גרף המתאר את השתנות ריכוז החמצן המומס במי הבריכה במהלך שעות היממה.
  - א. תארו על פי הגרף את השינויים בריכוז החמצן בברית החורף במהלך שעות היממה.
  - ב. כיצד נסביר את ההבדל בריכוז החמצן המומס בשעות הלילה לריכוז בשעות היום? ציינו לפחות שני הסברים.



**גרף 1:** ריכוז החמצן המומס במים בברית חורף לאורך שעות היממה (ביחידות מ"ג/ליטר)

4. כתוצאה מהבנייה הרבה בארץ הולכות ונעלמות בריכות החורף מהנוף. מדוע לדעתכם יש לשמור על בית גידול זה? מנו לפחות שתי סיבות.
5. "זמינות הבריכה ואופי שרשרת המזון בה יוצרים מערכת אקולוגית מתפרצת מבחינת ההופעה וההיעלמות של מאכלסיה". הסבירו משפט זה.
6. על סמך הידע שרכשתם על ברית החורף ועל הדפניות הסבירו:
  - א. מה קורה ליצורים החיים בברית החורף כאשר הבריכה מתייבשת בקיץ?
  - ב. מה מאפשר ליצורים החיים הללו להופיע מחדש עם בוא הגשמים כאשר הבריכה מתמלאת מים?



#### פעילות 4: אותה סביבה - תנאים שונים

הסביבה היא מגוונת והתנאים בה משתנים כל העת, לאורך היממה ולאורך השנה. אין דומה אותה הסביבה בקיץ ובחורף. השינויים הללו משפיעים על היצורים החיים בסביבה. הם מחייבים אותם ביכולת הסתגלות רחבה המתבטאת בשינויים בהתנהגות, בשעות הפעילות, ברמת הפעילות ואף ב"בריחה" מהסביבה בעונות מסוימות וחזרה אליה בעונות שבהן התנאים מתאימים יותר.

1. לפניכם שלוש תמונות משדה בור. שלוש התמונות צולמו באותו שדה אך בעונות שונות (חורף, אביב וקיץ).

א. תארו את ההבדלים בין התמונות.

ב. התאימו כל תמונה לעונה שבה צולמה (קיץ, חורף, אביב).

ג. אילו מאפיינים סביבתיים לא השתנו בשלוש עונות השנה?

ד. אילו מאפיינים סביבתיים השתנו בשלוש עונות השנה?

ה. כיצד המאפיינים הסביבתיים שהשתנו יכולים להשפיע על בעלי החיים והצמחים המצויים באזור זה - מבחינת כמותם, שעות הפעילות שלהם? הסבירו והביאו דוגמאות.

2. אחת התופעות הנפוצות בעולם החי היא נדידת הציפורים.

א. הסבירו כיצד התופעה קשורה לשינויים בסביבה.

ב. ציינו מהם היתרונות ומהם החסרונות של הנדידה בעבור הציפורים.



תמונה מספר 1



תמונה מספר 2



תמונה מספר 3

## מלניין ומסקין

שחפית הקוטב (*Sterna paradisaea*) היא ציפור בגודל בינוני. אורכה נע בין 33 ל-36 סנטימטרים ומשקלה של שחפית בוגרת נע בין 86 ל-127 גרם. שחפית הקוטב נחשבת לציפור בעלת טווח הנדידה הארוך בעולם. מסע הנדודים שלה מתחיל באתרי הקינון והרבייה שלה, הנמצאים באזור הקוטב הצפוני. עם בוא החורף באזור זה היא נודדת אל הקוטב הדרומי, בקרבת אנטארקטיקה, שם שורר האביב. עם בוא החורף בקוטב הדרומי היא חוזרת שוב לאתרי הקינון והרבייה. מדי שנה נודדת הציפור הקטנה הזאת מהקוטב הצפוני לקוטב הדרומי ובחזרה ועושה מרחק עצום של למעלה מ-20,000 קילומטר לכל כיוון.

## 3 פיה סרט

בסרטון [שחפית הקוטב](#) תוכלו לצפות בציפור המופלאה הזאת ובדרך התנהגותה כאשר היא מגנה על אזור הקינון שלה. על נדידת הציפורים תוכלו לקרוא עוד [בנדידת ציפורים](#) באתר החוברת.

## פעילות 5: בית גידול אחד - סביבות שונות

הסביבה יכולה לשנות פניה לאורך שנים, וזאת מסיבות שונות. השינויים הללו יכולים להיות ארוכי טווח ומלווים בשינויים בהרכב מיני הצומח ובעלי החיים. מינים שהתאימו לסביבה הראשונית לא יתאימו לתנאים בסביבה החדשה. כתוצאה מכך הם עלולים להיעלם, ובד בבד יתפסו את מקומם מינים אחרים, מתאימים יותר.

התמונות הבאות מראות סביבות שונות בפארק החולות בניצנים. באזור אחד חוליות (דיונות) נודדות שכיסו הצומח בהן הוא מועט ביותר. באזור שני צומח דליל, ובו מרחק גדול בין שיח אחד למשנהו; באזור זה החול לא התייצב לגמרי, והוא מכונה **אזור החולות המיוצבים למחצה**. באזור שלישי הצומח מפותח וצפוף, ובו בעיקר שיחים של לענה חד-זרעית, רותם המדבר וידיד חולות מצוי, אשר מסביבם התרוממו תלוליות של חול. באזור זה החול אינו נודד, והוא מכונה **אזור החולות המיוצבים**. המעבר מדיונות חול נודדות לאזור עם חולות יציבים בפארק החולות בניצנים הוא תהליך מהיר, ולו משמעות אקולוגית רבות. למשל, בחולות יציבים יש צמחים רבים יותר, והצמחים הם מקור משיכה לבעלי חיים המוצאים בהם מקור מזון או מקום מסתור. נוכחות הצמחים גורמת לשינוי התנאים הא-ביוטיים, כמו לחות, טמפרטורה ומהירות הרוח בסביבתם. כמו כן, חומרים שמקורם בצמחים מתים, הולכים ומצטברים על הקרקע ובשכבות העליונות שלה. חומרים אלה משנים את תכונות החול ומגדילים את יציבות הקרקע.



חולות מיוצבים



חולות מיוצבים למחצה



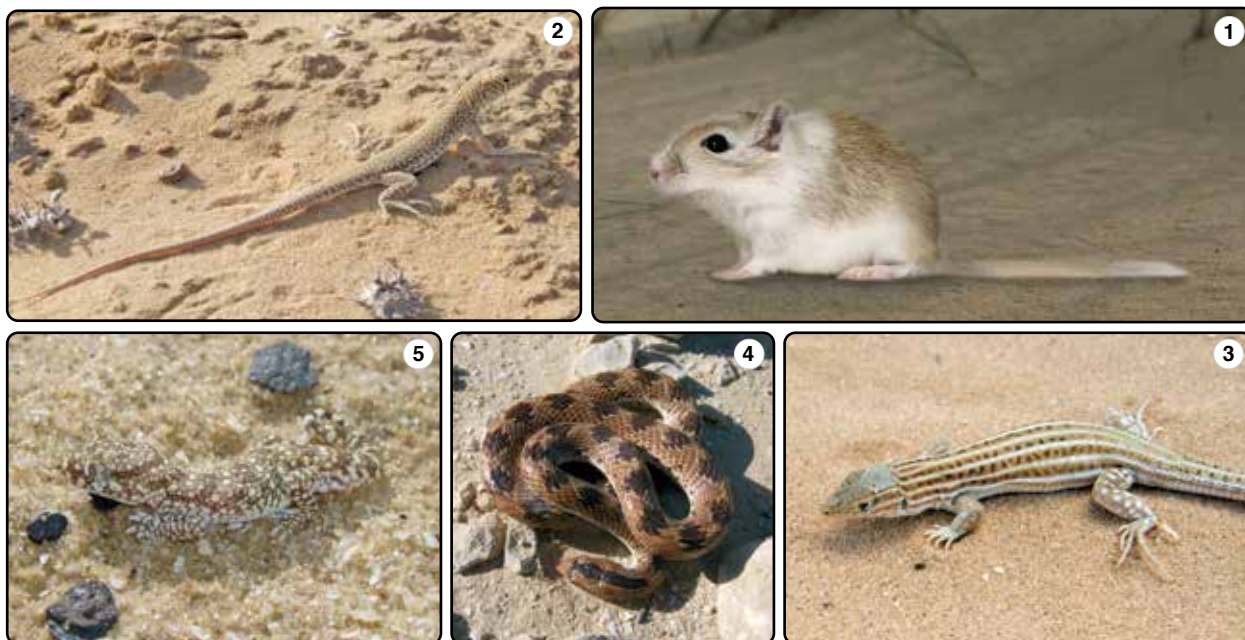
חוליות נודדות

יצורים חיים, צמחים ובעלי חיים, מותאמים לסביבה בה הם חיים. ההתאמה לסביבה יכולה להיות התאמה מבנית כמו התאמת צבע בעל החיים לצבע הסביבה או התאמת צורת גוף הדג לתנועה במים. התאמה התנהגותית כמו פעילות בלילה והסתתרות בשעות היום. התאמה פיסיולוגית כמו השרת עלים בעצים בעונה הקרה או התרחבות כלי הדם בעור כשטמפרטורת הסביבה גבוהה. בהרבה מקרים נמצא אצל בעלי חיים וצמחים שילוב של שלושת מנגנוני ההתאמה.

לפניכם תמונות של יצורים שונים שביית גידולם הוא החולות. מתחת לתמונות מופיע מידע על תכונות כל אחד מיצורים ועל אורח חייו. התאימו כל אחד מהיצורים לאחד משלושת בתי הגידול. נמקו את תשובתכם.

**טבלה 6:** בתי גידול בחולות

| בית הגידול          | בעלי החיים | נימוקים |
|---------------------|------------|---------|
| דיונות נודדות       |            |         |
| חולות מיוצבים למחצה |            |         |
| חולות מיוצבים       |            |         |



1. **גרביל החולות** (*Gerbillus pyramidium*): מכרסם הפעיל בלילה, וביום מסתתר במחילות. ניזון מצמחים. בדרך כלל חופר את מחילתו בין שורשי צמחים.

2. **שנונית החולות** (*Acanthodactylus scutellatus*): לטאה קטנה, הפעילה ביום. חופרת מחילות, ובהן מסתתרת בשעות הלילה. אצבעות רגליה משוננות, דבר המרחיב את שטח הפנים של רגליה ומסייע לה לנוע בחולות. בצדי אצבעות הרגליים של השנוניות מצויים קשקשים משוננים המרחיבים את שטח האצבעות, והדבר מונע שקיעה בחול. ניזונה מחרקים בעיקר.

3. **שנונית השפלה** (*Acanthodactylus schreiberi*): לטאה בגודל בינוני. אורכה עד 30 ס"מ. זנבה ארוך ביחס לגופה. שנונית השפלה פעילה ביום, מתחפרת במחילות לא עמוקות, לרוב בסמוך לשורשי שיחים. ניזונה מחרקים בעיקר.

4. **נחש חולות** (*Lytohynchus diadema*): נחש קטן, שצבעו כצבע החול. פעיל בלילה ואינו ארסי. החרטום שלו בולט, והוא מתחפר היטב בחול. ניזון מחרקים ומלטאות קטנות.

5. **ישימונית מצויה** (*Stenodactylus sthenodactylus*): שממית קטנה, שאורכה עד 10 סנטימטרים. בקיץ היא פעילה בלילה, ובחורף היא פעילה לפעמים באמצע היום. הישימונית המצויה היא שוכנת קרקע. היא מתחפרת בחולות במשך היום, ניזונה מחרקים ומפרוקי רגלים אחרים. הגפיים שלה דקים, אצבעותיה קצרות יחסית, ישרות ואינן מורחבות. בארץ היא נפוצה בחולות מישור החוף וכן בנגב, במדבר יהודה ובבקעת הירדן.

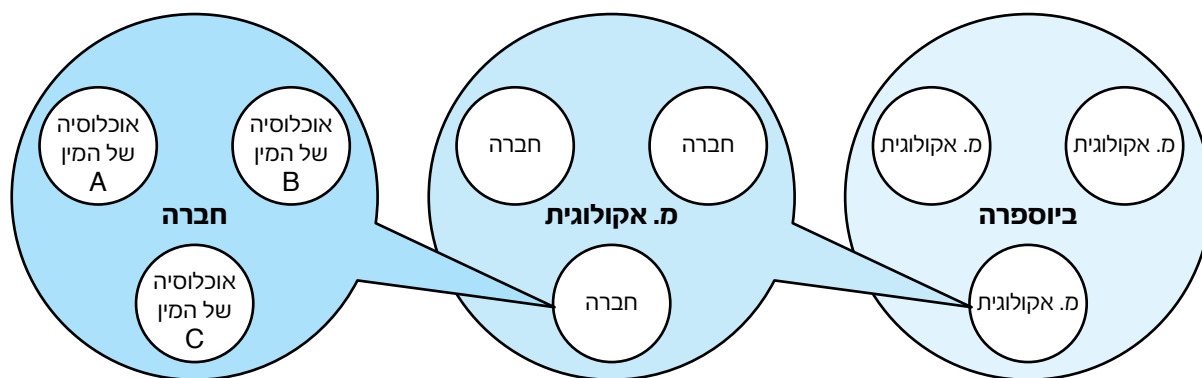


על התנאים הא-ביוטיים והביוטיים באזורים שונים בארץ קראו באתר החוברת.

## רמות ארגון בסביבה

נוכחנו לדעת שהסביבה מורכבת מאוד. כדי להקל על הבנתה הגדירו האקולוגים רמות ארגון בסביבה.

1. אוכלוסייה
2. חברה
3. מערכת אקולוגית
4. ביוספירה



רמות הארגון בהן עוסקת האקולוגיה וקשרי הגומלין ביניהן

**אוכלוסייה** - אוסף יצורים מאותו מין החיים בסביבה אחת ובאותו זמן, לדוגמה: אוכלוסיית הנמרים במדבר יהודה. המין הוא הנמר, והסביבה היא מדבר יהודה. דוגמה נוספת: אוכלוסיית הנשרים בנחל גמלא.

**חברה** - מספר אוכלוסיות המתקיימות יחדיו באותה סביבה, לדוגמה: חברת החורש הים תיכוני. החברה הזאת מורכבת מאוכלוסיית המין אלון מצוי, המין אלה ארץ-ישראלית, המין חרוב מצוי ומינים אחרים שכולם מתקיימים באזור הים התיכון. דוגמה נוספת היא חברת הדגים בשמורת האלמוגים במפרץ אילת, הכוללת דגים רבים ממינים שונים.

**מערכת אקולוגית** - מערכת אקולוגית כוללת את החברה ואת הסביבה הפיזית שבה החברה מתקיימת; רמת ארגון הכוללת את הגורמים הבינטיים (היצורים החיים) ואת הגורמים הא-בינטיים (הגורמים הלא חיים) ויחסי הגומלין ביניהם. בריכת החורף עם כל היצורים המתקיימים בה היא מערכת אקולוגית. הנחל עם כל היצורים החיים המתקיימים בו הוא מערכת אקולוגית. המערכת האקולוגית היא מערכת פתוחה; אנרגיה עוברת למערכת מבחוץ, יצורים חיים מחוץ למערכת יכולים להיזון מיצורים החיים בה, חומרים מבחוץ עוברים אל המערכת וגם חומרים הנוצרים במערכת האקולוגית יכולים להגיע החוצה.

יש הרואים את העיר כמערכת אקולוגית. העיר היא סביבת חיים, בעיר יש יצורים חיים, בעיקר בני אדם אבל גם צמחים ובעלי חיים אחרים. יש בעיר גורמים א-בינטיים ויש כמובן השפעה הדדית בין הגורמים הבינטיים והא-בינטיים, וכן יחסי גומלין בין היצורים החיים לבין עצמם. העיר, כמו המערכת האקולוגית, היא מערכת פתוחה. היא מקבלת אנרגיה וחומרים מבחוץ ומעבירה החוצה חומרי פסולת, אנרגיה וחומרים אחרים.

**ביוספירה** - כל המערכות האקולוגיות על פני כדור הארץ.



## ב. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ הגורמים בסביבה כוללים גורמים פיזיים שאינם חיים, כמו: הקרקע, הסלעים, האבנים והמים, וכן התנאים הקשורים למזג האוויר והאקלים, כמו: טמפרטורה, עוצמת הרוח וכיוונה, אחוז הלחות, כמות המשקעים ועוד. הגורמים הללו נקראים גורמים א-ביוטיים.
- ✓ בסביבה מצויים גם יצורים חיים, הם הגורמים הביוטיים בה.
- ✓ בין הגורמים הא-ביוטיים לבין הגורמים הביוטיים יש יחסי גומלין. שינוי בגורם אחד מוביל ברוב המקרים לשינויים בגורמים האחרים.
- ✓ בתיאור הסביבה נוהגים להשתמש ברמות ארגון, ובהן מין, אוכלוסייה, חברה, מערכת אקולוגית, ביוספירה.
- ✓ אפשר לשייך כל אחד מהגורמים הטבעיים בסביבה לאחת ממערכות כדור הארץ: הגיאוספירה, ההידרוספירה, האטמוספירה והביוספירה.
- ✓ הסביבה היא מגוונת ומשתנה. התנאים בסביבה משתנים משעה לשעה וגם מעונה לעונה. התנאים בסביבה בשעות היום שונים מהתנאים בשעות הלילה. סביבה אחת תיראה אחרת באביב לעומת החורף. השינויים בסביבה יכולים להתרחש לאורך שנים ומסביבה אחידה נקבל סביבה הטרוגנית ובה תת-סביבות השונות זו מזו, וההפך.
- ✓ יצורים חיים, צמחים ובעלי חיים, מותאמים לסביבה בה הם חיים. התאמה יכולה להיות התאמה מבנית, התאמה התנהגותית, התאמה פסיכולוגית או שילוב של שלושת דרכי ההתאמה.
- ✓ לאדם יש השפעה גדולה מאוד על הסביבה, הרבה יותר מאשר ליצורים אחרים. הנטייה שלנו לשנות את הסביבה לצרכינו גורמת נזק לסביבה ולמרכיביה ובסופו של דבר מצב זה עלול לפגוע גם בנו.

## שאלות סיכום

1. מי מהבאים הוא דוגמה לגורם א-ביוטי בבריכת חורף?
  - א. הנחליאלי
  - ב. ביצי הקיימא של הדפניות
  - ג. אצה חוטית
  - ד. קרינת השמש
2. איזה מהגורמים הבאים הוא דוגמה לגורם ביוטי בבית הגידול?
  - א. הקרקע
  - ב. הסלע
  - ג. המים
  - ד. העץ
3. האקולוגיה עוסקת בחקר:
  - א. השינויים הפיזיים בסביבה לאורך הזמן.
  - ב. השינויים בגורמים הביוטיים בסביבה לאורך הזמן.
  - ג. יחסי הגומלין בין החומרים בסביבה.
  - ד. יחסי הגומלין בין היצורים החיים לבין סביבתם ובין היצורים החיים לבין עצמם.
4. שני גורמים ביוטיים המשפיעים על המערכת האקולוגית הם:
  - א. הטמפרטורה והיצורים החיים.
  - ב. הצמחים והחרקים.
  - ג. המים והאצות.
  - ד. המים והקרקע.
5. ההבדל בין חברה לאוכלוסייה הוא:
  - א. חברה כוללת פרטים שונים מאותו המין ואילו אוכלוסייה כוללת פרטים שונים שאינם מאותו המין.
  - ב. חברה מתארת מצב כללי של בית גידול מסוים ואילו אוכלוסייה מתארת מצב ספציפי מקומי של אותו בית גידול.
  - ג. אין כלל הבדל בין אוכלוסייה לחברה, מכיוון שאלו שתי מילים המתארות את כלל האורגניזמים בבית גידול.
  - ד. אוכלוסייה מכילה פרטים מאותו המין ואילו חברה מכילה כמה אוכלוסיות בבית גידול אחד.
6. בסיוור שערכתם מדדתם גורמים א-ביוטיים. גם בסיוור בחולות ובריכת החורף נמדדו גורמים א-ביוטיים. הסבירו מדוע חשוב למדוד את הגורמים הא-ביוטיים בבית הגידול.
7. האור הוא אחד הגורמים הא-ביוטיים בסביבה.
  - א. הסבירו מהו גורם א-ביוטי.
  - ב. הביאו שתי דוגמאות ליחסי הגומלין בין האור ליצורים חיים (צמחים ובעלי חיים) בסביבה.
8. הביאו שתי דוגמאות ממקום מגורכם לשינויים שהאדם עשה בסביבה הטבעית. הסבירו כיצד כל שינוי כזה משפיע על היצורים החיים בסביבה.



# פרק 2

היצרנים במערכת האקולוגית



# א. הצמחים בסביבה

לפניכם שתי תמונות של סביבות חיים שונות.



תמונה ב'



תמונה א'

באיזו סביבה יהיו לדעתכם בעלי חיים רבים יותר? הסבירו את תשובתכם.  
כל היצורים החיים זקוקים למקור להפקת אנרגיה לשם קיום פעולות החיים שלהם, וכן לחומרים המשמשים אבני יסוד בבניית גופם. שני המרכיבים הללו טמונים במזון שכל יצור חי צורך. המזון מכיל יסודות, **תרכובות אורגניות ותרכובות אנאורגניות (מינרלים)**. תהליכים כימיים בחומרים הללו (תגובות עם חמצן) מהווים מקור אנרגיה.

**תרכובות אורגניות** - מכילות פחמן ומימן (במספרים משתנים), ולרוב גם חמצן, הקשורים זה לזה; למשל פחמימות ושומנים. במאה התשע-עשרה סברו כי תרכובות אורגניות נוצרות רק ביצורים חיים ולכן הן נקראו **אורגניות\***, כלומר שמקורן ביצורים חיים. היום אפשר ליצור תרכובות אורגניות גם בתהליכים מלאכותיים. מספר התרכובות האורגניות בעולם עצום, יותר מעשרה מיליון.

**תרכובות אנאורגניות** - בנויות ממגוון רחב של יסודות, לא דווקא פחמן, מימן וחמצן. התרכובות האנאורגניות הן פשוטות, יחסית, מקורן בסביבה הדוממת (כלומר שאינה כוללת יצורים חיים) והן מכילות מספר אטומים קטן. דוגמאות: מים, פחמן דו-חמצני, מינרלים ועוד.

**מינרל** - חומר אנאורגני מוצק, שנוצר בתהליכים טבעיים בקרקע, בעל הרכב כימי מוגדר ואחיד. מקור המילה מינרל הוא במילה הלטינית *minera*, שפירושה **מִכְרָה**. בעולם ידועים כ-5,000 מינרלים. דוגמאות למינרלים: קלציט (גיר), קוורץ, גבס, מלח בישול.

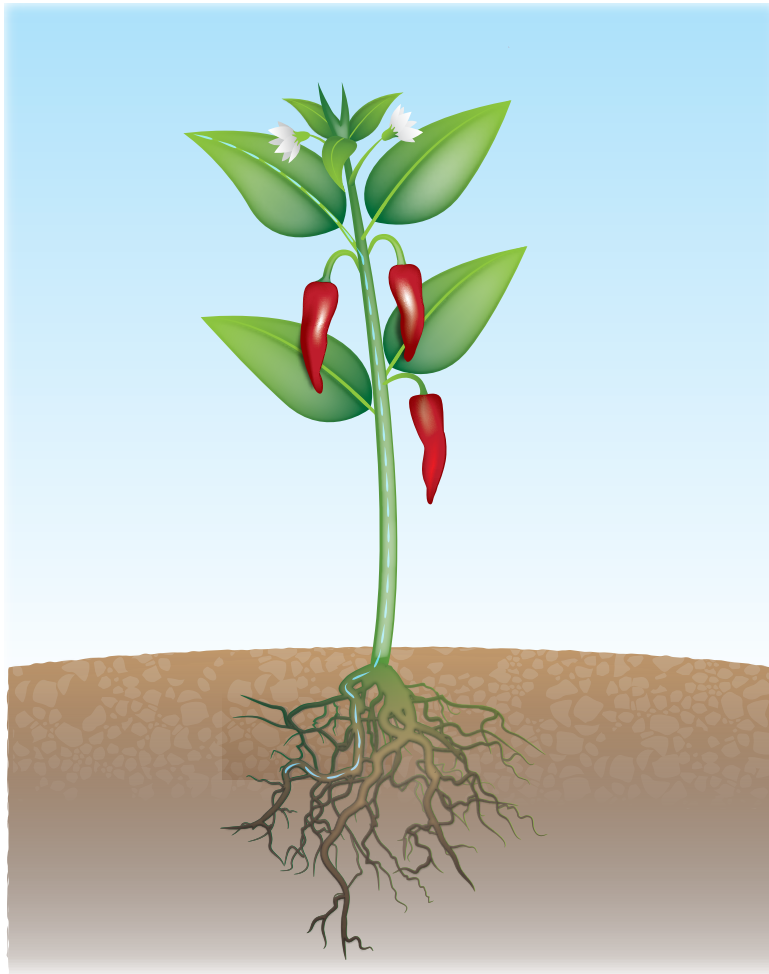
בביקורנו בסביבה (בפרק הקודם) הבחנו במגוון של צמחים. בעבור בעלי חיים רבים במערכת האקולוגית הצמחים הם מזון. הצמחים הם חלק מהמרכיבים הביטויים של הסביבה. בפעילויות הבאות נכיר את מבנה הצמחים ואת תפקודם במערכת האקולוגית.

\* אורגניזם - יצור חי.

## פעילות 1 - הכרת מבנה הצמח וחלקיו

בחדר הכיתה מוצג אוסף של מיני צמחים שנאספו בסביבה הקרובה שלכם.

1. בחרו בצמח אחד מהאוסף והתבוננו בו. בוודאי הבחנתם שלצמח כמה חלקים.
2. האיור שלפניכם הוא של צמח הפלפל; העתיקו אותו למחברת ורשמו במקום המתאים את שמות האיברים הבאים:  
שורש, גבעול, עלה, פרח ופרי.

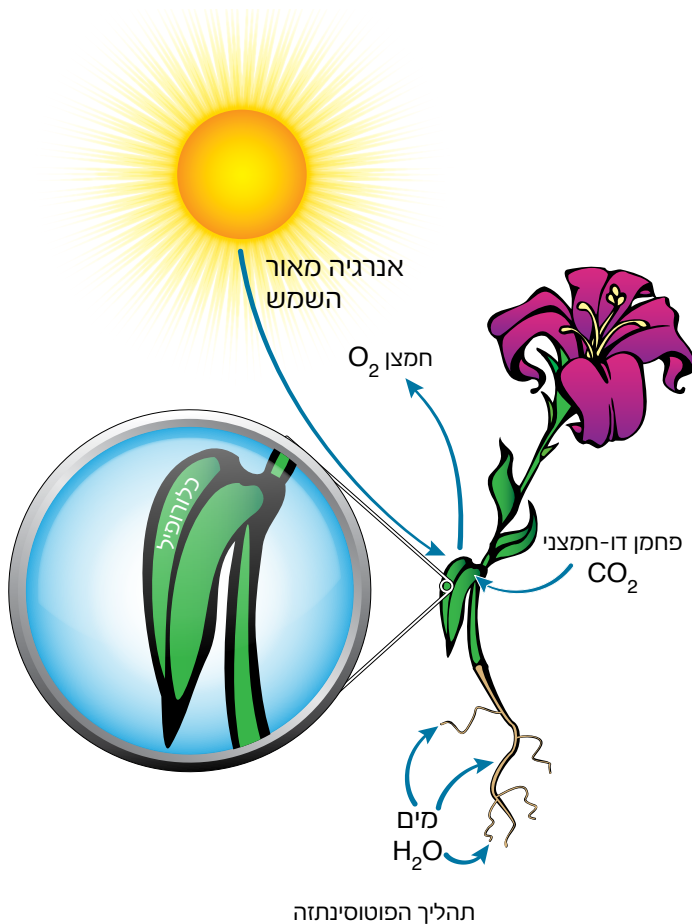
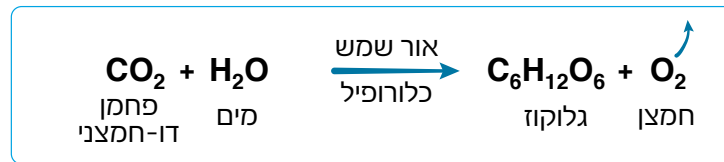


איור של צמח הפלפל

## תהליך הפוטוסינתזה

צמחים הם יצורים חיים המצויים על פני כל כדור הארץ. הם מהווים מרכיב חיוני בכל בית גידול. רוב הצמחים קבועים במקומם ומחוברים לקרקע בעזרת מערכת שורשים. השורשים קולטים מהקרקע מים ומינרלים הדרושים להתפתחות הצמח. המים והמינרלים מגיעים אל כל חלקי הצמח בעזרת מערכת הובלה הכוללת **צינורות שיפה וצינורות עצה** הנמצאים בשורשים, בגבעולים ובעלים.

צמחים אינם זקוקים לתרכובות אורגניות ממקור חיצוני, שכן הם מייצרים אותן בעצמם, ולכן הם מכונים **היצרנים** של ממלכת החי. מתרכובות אנאורגניות (פחמן דו-חמצני ומים) הם מייצרים בנוכחות אור **גלוקוז**, המהווה מקור להפקת אנרגיה וליצירת תרכובות אורגניות אחרות שמהן הצמחים בונים את גופם. תהליך זה מכונה **פוטוסינתזה**, או: תהליך ההטמעה.



**יצרנים** - יצורים הבונים את החומרים האורגניים הנחוצים להם מחומרים אנאורגניים שאותם הם קולטים בסביבתם.

**תהליך הפוטוסינתזה** - (פוטו = אור; סינתזה = הרכבה) - תהליך כימי שבו הצמח מייצר תרכובות אורגניות (גלוקוז) מתרכובות אנאורגניות (מים ופחמן דו-חמצני). תהליך זה מתאפשר רק בנוכחות אור. בתהליך זה נפלט חמצן.

**גלוקוז** - חד-סוכר. חומר אורגני שנוסחתו הכימית  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . הגלוקוז הוא תוצר של תהליך הפוטוסינתזה.

**צינורות שיפה** - מערכת הובלה בצמח שדרכה עוברים חומרי מזון שהם תוצר הפוטוסינתזה (בעיקר גלוקוז) - מן העלים אל הגבעול, אל השורשים ואל אברי הצמח האחרים, כמו פרחים ופירות.

**צינורות עצה** - מערכת הובלה בצמח שדרכה מים ומינרלים עוברים מן השורשים אל כל חלקי הצמח.

## פעילות 2 - היכן מתבצע תהליך הפוטוסינתזה בצמח?

תהליך הפוטוסינתזה מתרחש באברונים מיוחדים המצויים בתאי הצמח, בעליו ובגבעוליו. אברונים אלה מכונים כלורופלסטים. צבע הכלורופלסטים ירוק בגלל ה**כלורופיל** המצוי בתוכם.

**כלורופיל** (מיוונית: כלורוס = ירוק, פילו = עלה) - החומר הירוק המצוי בצמחים, באצות ובכמה סוגים של חיידקים. לכלורופיל תפקיד חשוב בתהליך הפוטוסינתזה. הוא קולט את קרינת השמש, שהיא מקור האנרגיה לתהליך הפוטוסינתזה. לרוב הצמחים כמה סוגי כלורופיל שכל אחד מהם קולט אור באורך גל שונה.



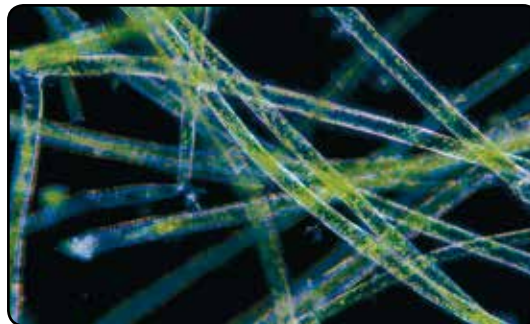
כלי עם אצות חוטיות

בפעילות הבאה נצפה בכלורופלסטים בתאים של אצה חוטית.

**ציוד וחומרים:** מיקרוסקופ אור, זכוכית נושאת, זכוכית מכסה, כלי עם אצה חוטית בתוך מים, מחט מתקן, מלקטת, סכין חיתוך.

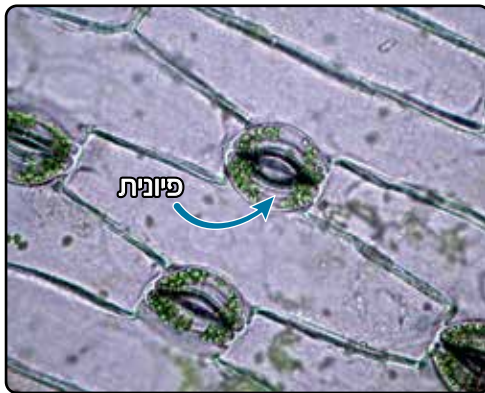
### מהלך הפעילות

1. בעזרת המלקטת הוציאו אצה חוטית מהכלי.
2. חתכו בזהירות חתיכה קטנה מהאצה החוטית בעזרת סכין החיתוך, ופרשו אותה על פני זכוכית נושאת בעזרת מלקטת ומחט מתקן.
3. הוסיפו טיפת מים וכסו בזכוכית מכסה.
4. הביטו באצה מבעד למיקרוסקופ האור, תחילה בהגדלה קטנה ולאחר מכן עברו להגדלה גדולה.
5. התמקדו בתא אחד. זהו את דופן התא ואת הגרעין. שימו לב שאת רוב נפחו של התא ממלא נוזל התא, המכונה ציטופלזמה. צמוד לדופן התא מצויים האברונים השונים. תוכלו להבחין היטב בכלורופלסטים בתוך הציטופלזמה.
6. ציירו במחברותיכם תא אחד כשם שהוא נראה בהגדלה גדולה. התייחסו בציור לאברוני התא. רשמו ליד הציור את שיעור ההגדלה שבה השתמשתם.
7. הביטו בצילום האצה החוטית שבתמונה; אתרו את האברונים שראיתם דרך מיקרוסקופ האור ורשמו אותם על גבי הציור שציירתם במקומות המתאימים.



כלורופלסטים באצה חוטית ירוקה (הגדלה פי 30)

אצה חוטית (*Spirogyra*), שייכת לקבוצה גדולה של אצות המכונות אצות ירוקות. לאצה צורה דמוית חוטים ארוכים, ומכאן שמה. האצה החוטית גדלה במים מתוקים. היא נפוצה במעינות, בנחלים ובבריכות דגים, בעיקר באזורים שבהם זרימת מים. האצה גדלה על דופנות מקווה המים ונצמדת לכל משטח אפשרי. קצב הגידול שלה מדהים (עשוי להגיע למטר וחצי ויותר ביום). אצה זו עלולה לגרום לנזקים משמעותיים בבריכות דגים, הן לציד המותקן בבריכה והן לשוכני הבריכה. משאבות ומסננים עלולים להיסתם באצות ולגרום לשיתוק מערכת האוויר והסינון; צמחי מים עלולים להיפגע משמעותית מאצות חוטיות שתחנוקנה את ענפיהם; ונוסף על כך, אצות אלה עלולות לגרום לתמותה של דגים במקווה המים. דגים קטנים עלולים להסתבך בה, כמו ברשת דייגים; וגרוע מכך, מאחר שבשעות הלילה האצה סופחת חמצן ממי הבריכה, הדגים עלולים למות מחוסר חמצן. על-פי-רוב, האצה מופיעה במקווה המים בחורף או בתחילת האביב, וגוועת בקיץ, כאשר טמפרטורת המים עולה. האצה מתפתחת באקווריומים לא מטופלים, היא נחשבת לקשה מאוד לטיפול וכדי להיפטר ממנה נדרש על פי רוב שימוש בכמה שיטות ובמגוון חומרים. ועם זאת האצה תורמת לאיכות המים על-ידי העשרתם בחמצן מומס הנפלט בתהליך הפוטוסינתזה שהיא מבצעת. במהלך שעות האור; ומשמשת לעיתים מקום מסתור ליצורים חיים מפני טורפיהם.



פיונית

נוסף על האור, בתהליך הפוטוסינתזה הצמחים זקוקים למים ( $H_2O$ ) ולפחמן דו-חמצני ( $CO_2$ ); את המים הם קולטים מהקרקע בעזרת השורשים ואת הפחמן הדו-חמצני הם קולטים מהאוויר, דרך פתחים זעירים בעלה ובגבעולים, המכונים **פיוניות**. דרך הפיונית מתרחשים חילופי הגזים (אדי מים, חמצן ופחמן דו-חמצני ועוד) בין הצמח ובין הסביבה. הפיונית מורכבת משני תאים, הנקראים תאי סגירה, ביניהם פתח שדרכו מתרחש חילוף הגזים. תאי הסגירה מתרחבים ומתכווצים ובכך פותחים וסוגרים את פתח הפיונית. הפתיחה והסגירה של הפיונית מושפעות מהתנאים הסביבתיים שבקרבת העלה.



### פעילות 3 - הסתכלות על פיוניות בצמחים

בפעילות זו נכיר את הפיוניות שדרכן מתבצע חילוף הגזים בין הצמח לבין הסביבה.

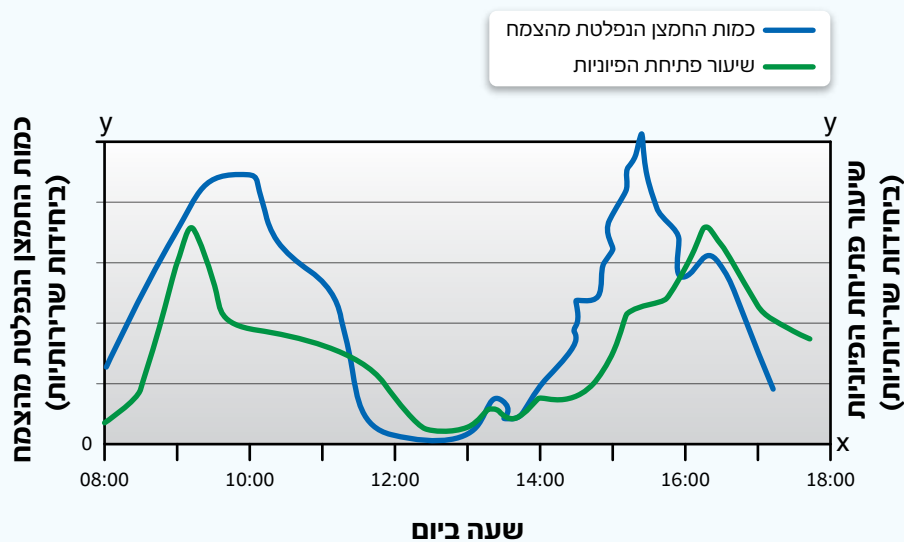
**ציוד וחומרים:** מיקרוסקופ אור, זכוכית נושאת, זכוכית מכסה, ענף עם עלים מהצמח יהודי נודד.

## מהלך הפעילות

1. טפטפו טיפת מים במרכז זכוכית נושאת.
2. בעזרת מלקטת הסירו פיסת אפידרמיס תחתון של עלה "יהודי נודד", ופרשו אותה בתוך טיפת המים.
3. כסו בזכוכית מכסה וספגו את המים העודפים בעזרת נייר סופג.
4. הניחו את התכשיר המוכן על שולחן מיקרוסקופ האור.
5. הדליקו את המיקרוסקופ וכוונו אותו להגדלה הקטנה ביותר ( $4\times 10$ ).
6. התבוננו דרך עינית המיקרוסקופ וחדדו את התמונה בעזרת בורג הכיוון הגס ולאחר מכן בעזרת בורג הכיוון העדין.
6. מצאו פיונית וצירו אותה במחברתכם. ציינו בציור את פתח הפיונית ואת תאי הסגירה. רשמו מתחת לציור את שיעור ההגדלה.



1. אילו חומרים נפלטים דרך הפיונית?
2. אילו חומרים נקלטים דרך הפיונית?
3. מנו שני גורמים העשויים להשפיע על פתיחה וסגירה של פתח הפיונית.
4. עיינו בגרף הבא וענו על השאלות הבאות:
  - א. מה מתאר ציר ה-x?
  - ב. מה מתאר כל אחד מצירי ה-y?
  - ג. תארו על פי הגרף את השינויים החלים בכמות החמצן הנפלטת מהצמח לאורך שעות היום.
  - ד. באילו שעות משעות היום פתיחת הפיוניות היא מקסימלית? באילו שעות היא מינימלית? הציעו הסבר למנגנון זה.
  - ה. מהו הקשר בין שיעור פתיחת הפיוניות לבין כמות החמצן הנפלטת מהצמח?



שיעור פתיחת הפיוניות וכמות החמצן הנפלטת מצמח במשך היום

## נשימה ופוטוסינתזה

כמו כל יצור חי, גם הצמח נושם. בתהליך הנשימה הצמח מפיק אנרגיה לפעילות החיים שלו. **תהליך הנשימה מתקיים במהלך כל חייו של הצמח, יום-יום, שעה-שעה. בתהליך הנשימה הצמח קולט מהסביבה חמצן ( $O_2$ ) ופולט אליה פחמן דו-חמצני ( $CO_2$ ).** תהליך חילוף הגזים מתבצע בעיקר דרך הפיוניות.



1. עיינו בפירוט המאפיינים של תהליכי הנשימה והפוטוסינתזה בטבלה. מחקו בכל משפט את המילים שאינן מתאימות לתהליך.

**טבלה 1:** מאפייני תהליך הנשימה ותהליך הפוטוסינתזה

| נשימה                                                                         | פוטוסינתזה                                                                    | תהליך<br>מאפיינים |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| יצור חומרים אורגניים בהם אצורה אנרגיה כימית/הפקת אנרגיה מפרוק חומרים אורגניים | יצור חומרים אורגניים בהם אצורה אנרגיה כימית/הפקת אנרגיה מפרוק חומרים אורגניים | מטרת התהליך       |
| התהליך מתרחש רק במהלך היום/ ביום ובלילה                                       | התהליך מתרחש רק במהלך היום/ ביום ובלילה                                       | זמן ההתרחשות      |
| נפלט/ נקלט פחמן דו חמצני $CO_2$                                               | נפלט/ נקלט פחמן דו חמצני $CO_2$                                               | תאור ההתרחשות     |
| נפלט/ נקלט חמצן $O_2$                                                         | נפלט/ נקלט חמצן $O_2$                                                         |                   |
| מתרחש בכל חלקי הצמח/רק בחלקים הירוקים של הצמח                                 | מתרחש בכל חלקי הצמח/רק בחלקים הירוקים של הצמח                                 | מקום ההתרחשות     |

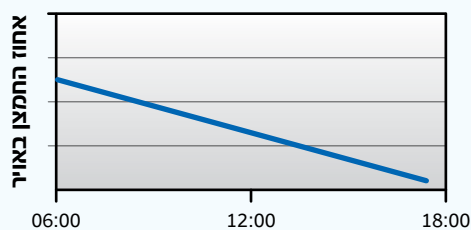
2. הסבירו את המונח פוטוסינתזה. פרטו מהם המגיבים ומהם התוצרים של התהליך.

3. שני עציצים בגודל זהה ובתוכם צמחים זהים הוכנסו לשתי חממות, מהשעה שש בבוקר ועד השעה שש בערב. עציץ אחד הוכנס לחממה שקופה, והשני הוכנס לחממה אטומה לאור. כל שאר התנאים בשתי החממות היו זהים, ובשתייהן היה האוויר לח והאדמה מושקית. הגרפים 1 ו-2 מציגים את השתנות אחוז החמצן באוויר שבתוך שתי החממות לאורך שעות היום.

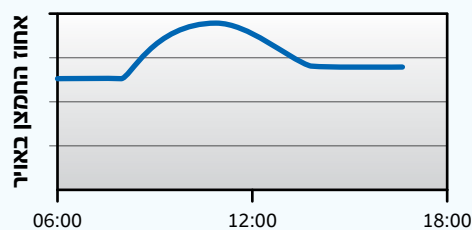
א. תארו את תוצאות הניסוי המוצגות בגרף 1 ובגרף 2.

ב. קבעו איזה גרף מייצג את הצמחים שהיו בחממה השקופה ואיזה גרף מייצג את הצמחים שהיו בחממה האטומה לאור? נמקו את תשובתכם.





גרף 2: השתנות ריכוז החמצן בחממה ב'



גרף 1: השתנות ריכוז החמצן בחממה א'



#### פעילות 4: השפעת גורמים סביבתיים על התפתחות צמחים

בפעילות זאת נבדוק את השפעת האור על התפתחות צמחים ועל תהליך הפוטוסינתזה.

##### חלק א - מהי השפעת האור על התפתחות צמחים?

בפעילות זאת נשווה בין צמחים שגדלו באור לצמחים שגדלו בחושך.

**ציוד וחומרים:** נבטי שעועית שגודלו 10 ימים באור, נבטי שעועית שגודלו 10 ימים בחושך, סרגל מדידה.

##### מהלך הפעילות

- לפניכם שני כלים ובכל אחד מהם נבטי שעועית שהונבטו במשך 10 ימים. בכלי א' נבטים שגדלו באור, ובכלי ב' נבטים שגדלו בחשיכה מוחלטת.
  - התבוננו בנבטים והשוו ביניהם. רשמו לפחות שני הבדלים בין הנבטים בכלי א' לבין הנבטים בכלי ב'.
  - מדדו בעזרת סרגל את אורכם של חמישה נבטים בכלי א' וחמישה נבטים בכלי ב' ורשמו בטבלה.

**טבלה 2:** השוואה בין אורך נבטים שגדלו באור לבין אורך נבטים שגדלו בחושך

| מספר הנבט | אורך נבטים שגדלו באור (כלי א') בס"מ | אורך נבטים שגדלו בחושך (כלי ב') בס"מ |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|           |                                     |                                      |
|           |                                     |                                      |
|           |                                     |                                      |
|           |                                     |                                      |
|           |                                     |                                      |
|           |                                     |                                      |
| ממוצע:    |                                     |                                      |



מדידת אורך הנבטים

1. מהו האורך הממוצע של נבטים שגדלו באור?
2. מהו האורך הממוצע של נבטים שגדלו בחושך?
3. שרטטו גרף עמודות שיציג את תוצאות המדידות.  
א. תנו שם לגרף.  
ב. מה אפשר להסיק מן הגרף ששרטטתם?
4. האם אפשר להמשיך לגדל את נבטי השעועית בחושך עד ליצירת פרחים ופירות? הסבירו.
5. לפי הידע שצברתם עד כה, אילו שינויים נוספים מתרחשים בצמחים שגודלו באור בהשוואה לצמחים שגודלו בחושך?

### חלק ב - מהי השפעת האור על תהליך הפוטוסינתזה?

במהלך הפוטוסינתזה נוצר גלוקוז באברים הירוקים של הצמח. בפעילות זו נבדוק נוכחות גלוקוז בעלים שגדלו בחושך ובעלים שגדלו באור.

**כלים וחומרים:** 2 צלחות פטרי, עלי ומכתש, מקלונים לזיהוי גלוקוז, מי ברז, תמיסת גלוקוז בריכוז 1%. מלקטת, עט סימון, עלים של נבטים שגדלו בחושך, עלים של נבטים שגדלו באור, משפך עם בד סינון (2-3 פיסות גזה בגודל 10x10 ס"מ), 2 מבחנות.

### מהלך הפעילות

#### שלב א - בדיקת נוכחות גלוקוז

כדי לבדוק נוכחות גלוקוז בתמיסה נשתמש במקלונים לזיהוי גלוקוז. כשהמקלון בא במגע עם תמיסה המכילה גלוקוז הוא משנה את צבעו. עוצמת הצבע תלויה בריכוז הגלוקוז בתמיסה.

שימו לב- מקלון הבדיקה נועד לשימוש חד-פעמי,

1. קחו 2 מבחנות סמנו אותן, בעזרת עט הסימון, במספרים 1 ו 2 והוסיפי להן את החומרים הבאים:  
למבחנה מס' 1 - מי ברז

למבחנה מס' 2 - תמיסת גלוקוז בריכוז 1%

2. טבלו בעזרת מלקטת מקלון לזיהוי גלוקוז בכל אחת מהמבחנות. לאחר כמחצית הדקה הוציאו את המקלון, השאירו מעט זמן באוויר ובדקו את צבעו.

3. רשמו במחברתכם באיזה מבחנה חל שינוי בצבע המקלון.

#### שלב ב - בדיקת נוכחות גלוקוז בעלים מנבטים שגדלו באור ובעלים מנבטים שגדלו בחושך.

1. לפניכם נבטים של שעועית או של עדשים שנבטו וגדלו בחושך, וכן נבטים של אותם מינים שנבטו וגדלו באור.
2. בחרו חמישה נבטים מאלו שגדלו בחושך ותלשו מהם את עליהם.
3. שימו את העלים שתלשתם במכתש. הוסיפו מעט מי ברז וכתשו אותם לעיסה.
4. סננו את הנוזל לתוך מבחנה דרך משפך עם בד הסינון.

5. מזגו את הנוזל לצלחת פטרי.
6. טבלו בְּנוזל מקלון לזיהוי גלוקוז.
7. נקו את המכתש והעלי היטב במים.
8. חזרו על פעולות 2-7, אך הפעם עם עלים שגדלו באור.
9. העתיקו את הטבלה למחברת ורשמו בה את תוצאות הפעילות.

**טבלה 3:** נוכחות גלוקוז בנבטים שגדלו באור ובנבטים שגדלו בחושך

| התנאים           | נוכחות גלוקוז (+ או -) |
|------------------|------------------------|
| עלים שגדלו בחושך |                        |
| עלים שגדלו באור  |                        |



1. מהי מסקנתכם מתוצאות הניסוי?
2. מהי משמעות הדבר לגבי הצמחים?



- אור, טמפרטורה, כמות מים, איכות מים וסוג קרקע הם גורמים א-ביוטיים המשפיעים על התפתחותם של צמחים.
1. בחרו באחד מהגורמים המוזכרים לעיל והציעו מערך מחקר שיבדוק את השפעתו של גורם זה על התפתחותם של צמחים.
  2. ציינו מהו הגורם שבחרתם.
  3. נסחו את שאלת החקר שאתם מעוניינים לבדוק, ועשו זאת כך שיהיה ברור שאתם בודקים את הקשר בין גורם מסוים לבין התהליך או התופעה או בין גורם אחד לגורם אחר.
  4. ציינו מהו הגורם המשפיע ומהו הגורם המושפע.
  5. רשמו את מערך המחקר שיכול לתת תשובה לשאלתכם, וזאת בהתייחסות לנקודות הבאות: פירוט השערת המחקר וכן הכלים והחומרים שתזדקקו להם במהלכו. הגישו את הצעתכם וקבלו אישור מהמורה.
  6. בצעו את הניסוי.
  7. תארו בכתב את מה שהתרחש ורשמו את התוצאות. זכרו לציין את תאריך התצפית.
  8. רשמו את המסקנות הנובעות מהתוצאות.
  9. אם עולות על דעתכם שאלות נוספות בעקבות הניסוי ותוצאותיו, רשמו אותן.



### זרעים, פסיגים ונבטים



זרע דו פסיגי של שעועית



זרע חד פסיגי של תירס

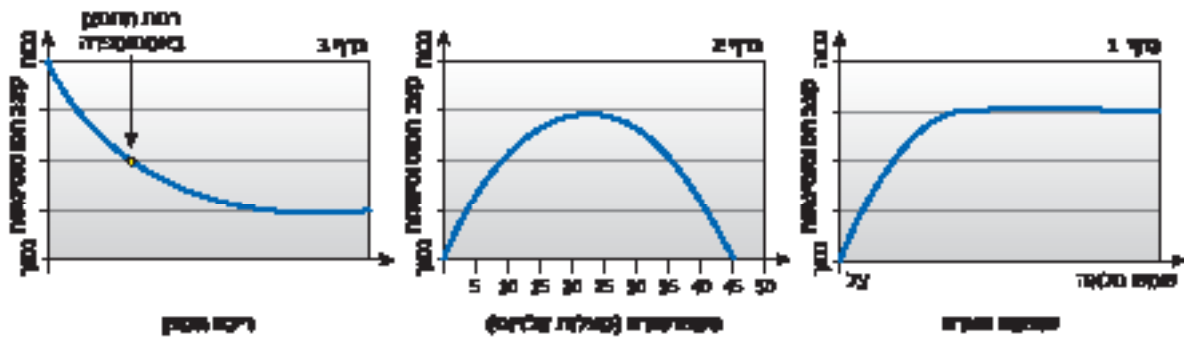
זרע הוא חלק הצמח שממנו יתפתח הדור הבא - הצמח הצעיר. זרע נוצר מביצית מופרית, הוא בנוי מעובר, מרקמה שבה אגורים חומרי תשמורת ומקליפה חיצונית העוטפת אותם. את הזרעים מחלקים לשתי קבוצות: חד-פסיגיים ודו-פסיגיים. דוגמה לזרע **דו-פסיגי** היא השעועית. מבחוץ הזרע מכוסה בקליפה עבה, ואם נרחיק את הקליפה נראה שני חצאי אורך, אלה הפסיגים. הפסיגים מעובים מאוד, ובתוכם אגור המזון הדרוש להתפתחותו של הזרע הנובט. ברווח בין שני הפסיגים מונח העובר - ניצן הזרע. הוא מורכב משני עלים צעירים, מגבעולון קצר ומחלק מחודד שהוא השורשון. במהלך הנביטה של זרע השעועית מתרחשים כמה תהליכים. בתחילה הזרע סופג מים ותופח, קליפת הזרע נקרעת והשורשון פורץ החוצה. בהמשך השורשון הולך וגדל והופך לשורש העיקרי של הצמח. במקביל צומח הגבעולון כלפי מעלה יחד עם שני העלים הצעירים ושני הפסיגים. במהלך הנביטה מנוצל חומר התשמורת האגור בפסיגים, והם מצטמקים ונושרים. העלים הצעירים מתפתחים ונוצרים גם עלים חדשים ירוקים. עתה הצמח מסוגל ליצור לו את מזונותיו ואינו תלוי במלאי המזון האגור בזרע. דוגמאות נוספות לזרעים דו-פסיגיים הן זרעי האפונה והעדשים.

דוגמה לזרע **חד-פסיגי** היא התירס. הזרע עטוף בקליפה, ומכיל את העובר, ורקמה נוספת המכילה חומרי תשמורת ומכונה אנדוספרם. העובר בנוי משלושה חלקים עיקריים: פסיג יחיד, נצרון ושורשון.

## פעילות 5: השפעת גורמים א-ביוטיים שונים על קצב הפוטוסינתזה

### ניתוח גרפים

הגורמים הא-ביוטיים בסביבה משפיעים על תהליך הפוטוסינתזה של צמחים ובתוך כך גם על המערכת האקולוגית. הגרפים הבאים מתארים את השפעת גורמים א-ביוטיים שונים על קצב הפוטוסינתזה.



1. עיינו בשלושת הגרפים והשלימו את הפרטים בטבלה.

טבלה 4: ניתוח הגרפים

| מספר גרף | מאפיינים          | גרף 1 | גרף 2 | גרף 3 |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|
|          |                   |       |       |       |
|          | מה מבטא ציר X     |       |       |       |
|          | מה מבטא ציר Y     |       |       |       |
|          | תנו שם לגרף       |       |       |       |
|          | מהי המגמה של הגרף |       |       |       |

2. מהו טווח הטמפרטורות האופטימלי לתהליך הפוטוסינתזה?

3. על סמך הנתונים בכל אחד מהגרפים, סכמו מהי השפעתו של כל אחד מהגורמים הסביבתיים על קצב הפוטוסינתזה.

4. כיצד כל אחד מהגורמים הסביבתיים שנבדקו יכול להשפיע על המערכת האקולוגית?

## תהליך הפוטוסינתזה וההתחממות הגלובאלית

במהלך עשרות השנים האחרונות נעשות מדידות רציפות של ריכוז הפחמן הדו חמצני באטמוספירה ושל הטמפרטורה של האוויר במאות תחנות מחקר ברחבי העולם. התוצאות של המדידות הללו מצביעות על שתי עובדות ברורות.

- א. ריכוז הפחמן הדו חמצני באטמוספירה עלה במידה ניכרת בעשרות השנים האחרונות. העלייה בריכוז הפחמן הדו חמצני החלה מאז המהפכה התעשייתית במאה ה-19.
- ב. הטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ עלתה ב-0.5 מעלה מאז אמצע המאה הקודמת, והיא ממשיכה לעלות. על פי התחזית היא צפויה לעלות בשניים עד שלוש מעלות צלזיוס עד סוף המאה שלנו.
- לדעת המדענים התופעה של התחממות כדור הארץ, המכונה ההתחממות הגלובלית, היא בעיקר תוצאה של פליטת פחמן דו חמצני ( $CO_2$ ) על ידי האדם משריפת דלקים בתחנות חשמל ומשימוש בתחבורה.



יער יתיר, 30,000 דונם של יער נטוע

ההתחממות הגלובלית יכולה לגרום לשינויי אקלים העלולים להשפיע על מיליוני בני אדם בכל רחבי העולם בדרכים רבות למשל: הפשרת קרחונים שתגרום לעלייה בגובה פני הים ולהצפות בעיקר של ערים השוכנות לחוף ימים. שינויים במשטר הגשמים ועלייה בתדירות הסערות שיגרמו לבצורות ולרעב. שינויי האקלים יגרמו לפגיעה במערכות האקולוגיות ובמגוון הביולוגי ועוד.

ואמנם אנחנו עדים בשנים האחרונות, להפשרת קרחונים באזור הקוטב הצפוני ולשיטפונות בכמה אזורים בדרום אסיה. העשור האחרון של המאה ה-20, (שנות ה-90 של המאה הקודמת), היה החם ביותר באלף השנים האחרונות.

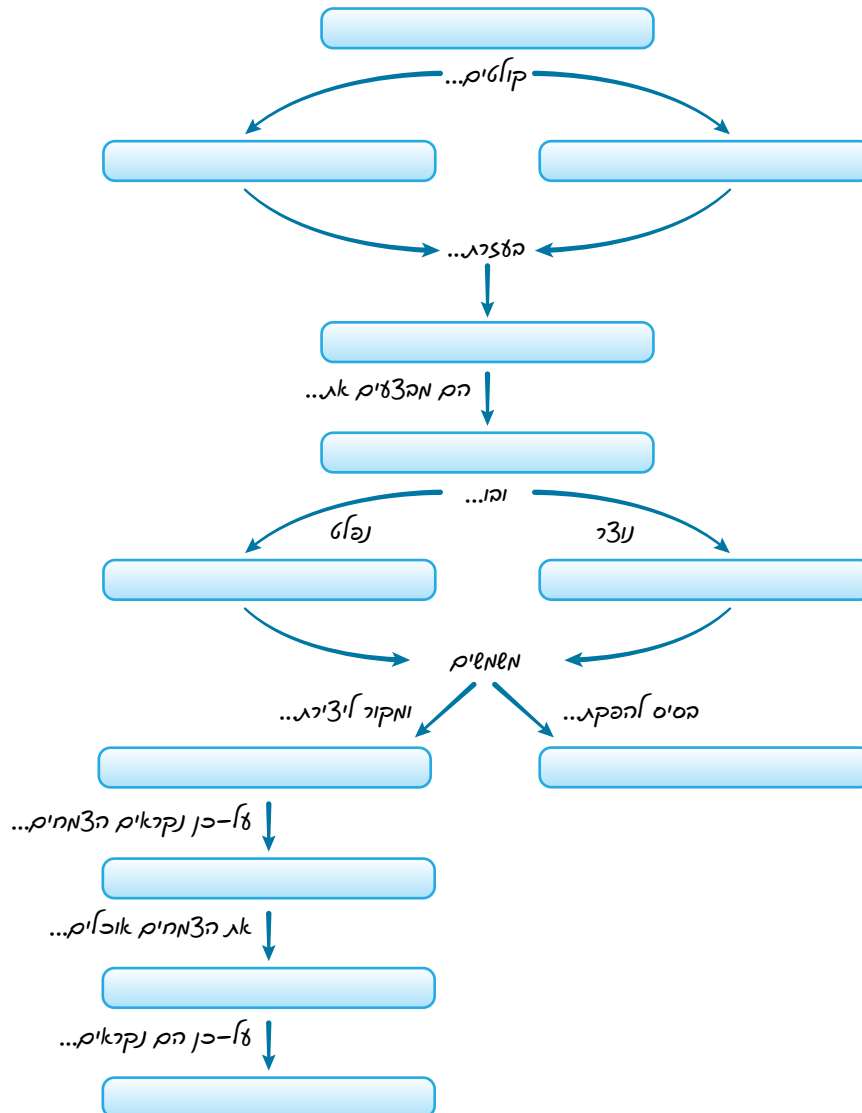
התהליך המרכזי המווסת את ריכוז ה- $CO_2$  באטמוספירה הוא תהליך הפוטוסינתזה. בתהליך זה, כפי שלמדנו, הצמחים קולטים  $CO_2$  מהאטמוספירה ויחד עם מים ובעזרת אור הם יוצרים גלוקוז. לכן יערות הם גורם חשוב מאוד בהקטנת ריכוז הפחמן הדו חמצני באטמוספירה ובמיתון ההתחממות הגלובלית. מצד שני כריתת יערות ושריפת עצים יגבירו את עליית ריכוז ה- $CO_2$  באטמוספירה ואת קצב ההתחממות הגלובלית וכל המתלווה אליה. במדינות רבות בעולם נעשים מאמצים למנוע כריתת יערות ולעודד נטיעת עצים כדי להגביר את קליטת ה- $CO_2$  ואת הקטנת ריכוזו באטמוספירה. ראויים לציון בהקשר זה פעולות הקרן הקיימת לישראל בנטיעת עצים ובטיפוח היערות בארץ.

**משימה:** צפו בסרט [ההתחממות הגלובלית](#). על סמך הצפייה בסרט וידע אישי שלכם ענו על השאלות הבאות:

- א. מנו שני גורמים עיקריים לפליטת פחמן דו חמצני לאטמוספירה.
- ב. תארו שתי דוגמאות של השפעת ההתחממות הגלובלית על המערכות האקולוגיות.
- ג. ציינו שתי דרכים שכל אחד מאיתנו יכול לאמץ בחיי היום יום, כדי לצמצם את העלייה בריכוז הפחמן הדו חמצני באטמוספירה ובעקבות כך למתן את ההתחממות הגלובלית. הסבירו כל אחת מהדרכים שבחרתם.

## פעילות 6: הזנה בצמחים

לפניהם שלד של מפת מושגים המתארת את יחסי ההזנה בטבע. השלימו את המפה בעזרת המושגים המופיעים בתחתית העמוד.



**מחסן מושגים:** צמחים, בעלי חיים, מים, אנרגיה, או מהשמש, צרכנים, גהליך הפוטוסינתזה, מחצן, יצנים, גאוקוס, פמחן דו-מחצני, אנרגיה, גרכובו אוכלניו.



אלניין ומסקין 

### ידיד החולות



במרחבי חולות שוממים ונטולי ירק באזור החוף גדל צמח יוצא דופן, הוא ידיד החולות. לצמח מגננונים מיוחדים המאפשרים לו להתקיים על החולות הנודדים בתנאי אקלים קשים של רוחות ויובש. ידיד החולות משתרש בחול ומתרבה על-ידי שלוחות המשתרעות על החול ומונעות את נדידתו. אפשר לנצל תכונה זאת של ידיד החולות לשם ייצוב חולות נודדים - ואכן נוהגים לשתול אותו על פני החוליות, בעיקר באזורים הקרובים למקומות יישוב ולכבישים. העלה של ידיד החולות גלול בדמות מרזב, ויכול להיפתח על-ידי חריץ המצוי לכל אורכו. העלה הגלול מוגן היטב מבחוץ בשכבה נוקשה. כאשר עוצמת הרוח גוברת, שולי העלה נצמדים זה לזה, והחריץ כמעט נסגר, כך שפני השטח הפנימיים של העלה מוגנים ונמצאים באווירה לחה. כאשר התנאים נוחים, שולי העלה נפתחים, ושטח העלה הפנימי נחשף לתנאים החיצוניים. באופן זה מתאפשרת עלייה בחילוף הגזים ובקצב הפוטוסינתזה.

שאלות 

1. מדוע שותלים את ידיד החולות סמוך לכבישים הנסללים על חולות נודדים?
2. ציינו שני תנאי אקלים הקיימים בחוליות שבאזור החוף, והסבירו מהם הקשיים שתנאים אלו גורמים לצמחים הגדלים באזור.
3. מה מאפשר לידיד החולות "להתגונן" בפני התנאים הסביבתיים הקיימים בחוליות?
4. מהו הקשר בין חשיפת שטח העלה הפנימי של ידיד החולות לבין קצב הפוטוסינתזה?

## צמחים טפילים וצמחים טורפים

רוב הצמחים הירוקים מייצרים בעצמם את התרכובות האורגניות הדרושות להתפתחותם. בטבע שתי קבוצות של צמחים שדרך ההזנה שלהן שונה מדרך ההזנה של צמחים רגילים. אלו הם הצמחים הטפילים והצמחים הטורפים.

### צמחים טפילים



הרנוג השיטים על עץ שיטה

טפיל הוא יצור שחי בתוך יצור חי אחר או עליו, וניזון על חשבון יצור זה בלי לתרום לו דבר - וברוב המקרים אף מזיק לו. היצור שעליו מתקיים הטפיל מכונה פונדקאי, וברוב המקרים הטפיל אינו יכול להתקיים בלעדיו. אנו מכירים טפילים רבים מחיי היום-יום, כמו כינים, היכולות להתקיים ולהתרבות רק בשיער של יונקים; קרציות, הניזונות מדמם של יונקים כמו כלבים. בטבע יש בעלי חיים טפילים וגם צמחים טפילים.

לצמח הטפיל ענפים ופרחים על-קרקעיים והוא קולט מן הפונדקאי מים, מינרלים ותרכובות אורגניות. לעתים קרובות יש

לטפילים מסוג זה גם גבעולים או עלים ירוקים, והם קולטים מן הפונדקאי מים ומינרלים. לצמחים הטפילים יש גם פרחים וזרעים, וכך הם מתרבים. דרכי ההיצמדות של הצמח הטפיל לצמח הפונדקאי הן שונות, אבל המשותף הוא שבכל סוגי הטפילים יוצרים הנבטים קשר רצוף עם מערכת ההובלה של הפונדקאי. יצירת הקשר נעשית באמצעות איבר מיוחד של הטפיל החודר דרך **האפידרמיס** של הפונדקאי. האיבר ממשיך לגדול ולחדור אל תוך הצמח עד שהוא מגיע למערכת ההובלה, ושם נוצר קשר ישיר לצינורות ההובלה. מצינורות ההובלה של הפונדקאי יונק הצמח הטפיל מים, מינרלים ותרכובות אורגניות.

**אפידרמיס** - שכבת התאים החיצונית בצמחים ובבעלי חיים. לעתים היא בנויה משכבה אחת ולעתים משכבות אחדות; אצלנו בני האדם זו שכבת תאי העור.



1. האם תהליך הפוטוסינתזה מתרחש בצמחים טפילים? מהי העדות לכך?
2. לרוב הצמחים הטפילים יש פרחים וזרעים. מה חשיבותם של הפרחים והזרעים?
3. האם לדעתכם טפיל יכול לגרום למותו של הפונדקאי? אם כן, כיצד הדבר ישפיע על הטפיל?

## צמחים טורפים



נאדיד



כדנית

אחת מתופעות הטבע המרתקות היא הצמחים הטורפים. תופעה זו לא הייתה מוכרת עד לראשית המאה התשע-עשרה. חוקרים לא ידעו אז שצמחים יכולים לטרוף. בסוף המאה התשע-עשרה כתב אבי תורת האבולוציה צ'רלס דרווין ספר מקיף על צמחים טורפים, אשר הוביל לתחילתו של מחקר על תופעה ייחודית ולא מוכרת זו.

היום ידועים יותר מעשרה סוגים של צמחים טורפים הכוללים למעלה מ-600 מינים. צמחים טורפים הם ירוקים, ובעלי מערכת הזנה כפולה: נוסף על היותם יצרנים - כלומר מקיימים את תהליך הפוטוסינתזה - מאחר שהם ירוקים, מערכת ההזנה שלהם מותאמת לטריפת חרקים ויצורים זעירים אחרים. הם לוכדים את בעלי החיים, ממיתים אותם, מפרקים את התרכובות הבונות את גופם - וקולטים אותן לתוך תאיהם. מערכת ההזנה הכפולה מקנה יתרון לצמחים הטורפים ומאפשרת להם להתקיים בסביבות שבהן תנאים המקשים על התפתחותם של צמחים אחרים, כמו מיעוט מינרלים בקרקע.

לצמחים הטורפים יש פרחים, ורובם הגדול מואבק על-ידי חרקים. אחד הצמחים הטורפים הגדל בארץ הוא הנאדיד. לסוג זה כ-200 מינים. הוא גדל בביצות ובמקווי מים מתוקים, וטורף יצורים חד-תאיים גדולים, פרוקי רגלים ודגיגונים. הצמח חסר שורשים, עליו בשרניים, גזורים לאונות, ושקועים במים או בולטים מעליהם. הגבעול מזדקק מעל פני המים ופרח צהוב נישא עליו. לאיבר הטריפה של הצמח צורת שלפוחיות דמויות נאד מים. בפי כל שלפוחית שערות חישה, ובקצה העליון שלה "דלת" הנפתחת כלפי פנים בלבד. חרק המגיע סמוך לדלת זו מגרה את שערות

החישה. הדלת נפתחת, ובתוך כך מים ויצורים אחרים נשאבים אל הנאדיד, והדלת נסגרת מיד. מיצי עיכול המופרשים בחלל הנאדיד ממיתים את היצורים החיים ומפרקים אותם. החומרים המרכיבים את גוף החרק שנטרף נספגים אל תוך תאי הצמח. מינים נוספים של צמחים טורפים הם הדיונאה והכדנית.

ידוע כי הצמחים הטורפים זקוקים לחרקים לצורך האבקה מחד גיסא, אך יש בהם מלכודות הלכודות חרקים מאידך גיסא. בהקשר זה מעניין מקומם של הפרחים בצמחים הטורפים. במינים מסוימים הפרחים נמצאים גבוה מעל המלכודות, ובמינים אחרים הפריחה מתרחשת כאשר המלכודות אינן פעילות, וכך נוצרת הפרדה בין המלכודת ההורגת את החרקים לבין הפרח הזקוק לחרקים חיים לשם האבקה.

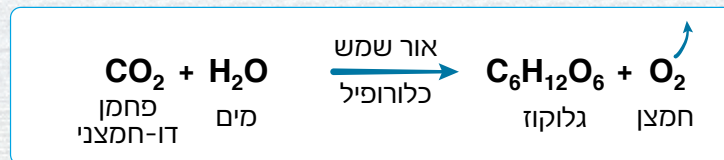
מידע נוסף על [צמחים טורפים](#) אפשר למצוא באתר הספר.



1. איזה יתרון טמון ביכולת הטריפה של צמחים?
2. כיצד יכולים החרקים המאביקים לבקר את הצמחים הטורפים בלי להיטרף?

## ב. מה למדנו בפרק זה?

✓ פוטוסינתזה הוא תהליך כימי ובו הצמח מייצר תרכובות אורגניות (גלוקוז) מתרכובות אנאורגניות (מים ופחמן דו-חמצני). בתרכובות האורגניות אותן הצמח יוצר בתהליך הפוטוסינתזה אגורה אנרגיה. לביצוע התהליך הצמח קולט בעזרת הכלורופיל אנרגיית אור מהשמש ולכן תהליך זה מתאפשר רק בנוכחות אור. בתהליך זה נפלט חמצן. התהליך מתואר כך:



✓ הגלוקוז הנוצר בתהליך הפוטוסינתזה משמש להפקת אנרגיה לתהליכי החיים בצמח. הגלוקוז מהווה גם מקור ליצירת תרכובות אחרות הדרושות לבניין תאי הצמח. בזכות החומרים האורגניים שהצמח מייצר יכול זרע קטן השוקל גרמים בודדים להתפתח לשיח ואף לעץ ענקי שמסתו מאות קילוגרמים.

✓ הצמחים הירוקים הם היצרנים החשובים ביותר של תרכובות אורגניות בעולם. כל היצורים החיים האחרים (בעלי החיים, פטריות, חיידקים) צורכים את התרכובות האורגניות הנוצרות בצמחים ירוקים לצורך תזונתם, בהיותם יצרנים של תרכובות אורגניות ובזכות החמצן שהם משחררים לאוויר בתהליך הפוטוסינתזה, הצמחים הם הבסיס לקיום חיים על פני כדור הארץ.

✓ למדנו לצפות בתאים זעירים בעזרת מיקרוסקופ אור.

## שאלות סיכום

1. צמחים הם בדרך כלל ירוקים כי:
  - א. התאים שלהם מכילים כלורופיל.
  - ב. הם קולטים אור בצבע ירוק.
  - ג. הם מורכבים בעיקר ממים.
  - ד. הם קולטים חומרי מזון ירוקים מהקרע.
2. צמח הותקף על ידי מחלה שהורסת את הכלורופלסטים. מה צפוי שיקרה לצמח?
  - א. הוא יפסיק לגדול אבל לא ימות.
  - ב. הוא יפסיק לקלוט קרינת אור, וימות.
  - ג. הוא יפסיק לנשום, וימות.
  - ד. הוא יקלוט חומרי מזון רבים יותר בעזרת השורשים, וימשיך לחיות.
3. איזה מהתהליכים הבאים מתקיים בצמחים ובבעלי חיים בדרך זהה?
  - א. רבייה אל-זוויגית
  - ב. נשימה תאית
  - ג. זרימה של נוזלי הגוף
  - ד. הפרשה של פסולת
4. הצמחים הם יצרנים מאחר ש -
  - א. הם קולטים חומרי מזון מהקרע.
  - ב. הם מפרקים עמילן לגלוקוז.
  - ג. הם קולטים אור שמש כדי לייצר סוכרים.
  - ד. הם מפרקים יצורים מתים.
5. מה צבעו של הכלורופלסט?
  - א. צהוב
  - ב. חסר צבע
  - ג. לבן
  - ד. ירוק
6. איזה מהמשפטים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר יצרן?
  - א. משתמש באור שמש כדי לפרק מולקולות אורגניות גדולות.
  - ב. יוצר תרכובות אורגניות מפחמן דו-חמצני וממים בעזרת אור.
  - ג. משתמש באנרגיה שיצורים פוטוסינתטיים אחרים יצרו.
  - ד. משתמש באנרגיה שיצורים אוכלי עשב וטורפים יצרו.

7. איזה מהחומרים הבאים נפלט בתהליך הפוטוסינתזה?

- א. פחמן דו-חמצני
- ב. פחמן
- ג. חמצן
- ד. מים

8. בדיון בכיתה תלמידים אמרו את המשפטים הבאים.

איזה משפט נכון?

- א. הפוטוסינתזה היא הנשימה של הצמחים
- ב. צמחים אינם נושמים אלא מבצעים פוטוסינתזה
- ג. צמחים נושמים רק בלילה
- ד. צמחים נושמים וגם מבצעים פוטוסינתזה

9. איזה מהמשתנים הבאים ישמש כדי למדוד את קצב הפוטוסינתזה בצמחים?

- א. ייצור פחמן דו-חמצני
- ב. ייצור מים
- ג. ייצור חמצן
- ד. יצור מימן

10. מדוע צמחים זקוקים לאור?

- א. מאחר שהאור חיוני לצמח כדי לפרוח.
- ב. מאחר שהאור מאפשר לצמח לקלוט מים.
- ג. מאחר שהאור מאפשר לצמח לקלוט מן הקרקע חומרים הדרושים לקיומו.
- ד. מאחר שבאמצעות האור הצמח מייצר חומרים הדרושים לקיומו.

11. אנשים מפיקים אנרגיה מהמזון שהם אוכלים. מה מקור האנרגיה במזון?

- א. דשנים
- ב. השמש
- ג. ויטמינים
- ד. הקרקע

12. "העולם נראה כה שונה לאחר שלומדים מדע. לדוגמה, עצים עשויים בעיקר מאוויר. כאשר הם נשרפים, הם שבים לאוויר, ובחום הבעירה משתחרר חומה הלוהט של השמש, אשר נרתם להמרת האוויר לעץ. אלה הם דברים נפלאים, והמדע עשיר בהם להפליא" (ריצ'רד פיינמן, 1968)  
הסבירו את הנאמר בקטע בהסתמך על מה שלמדתם בפרק זה.

13. תלמיד טוען שתהליך הפוטוסינתזה חשוב רק לצמחים. הסבירו מדוע טענתו שגויה.





# פרק 3

הצרכנים והמפרקים במערכת האקולוגית



# א. שרשרת מזון, מארג מזון, פירמידת מזון

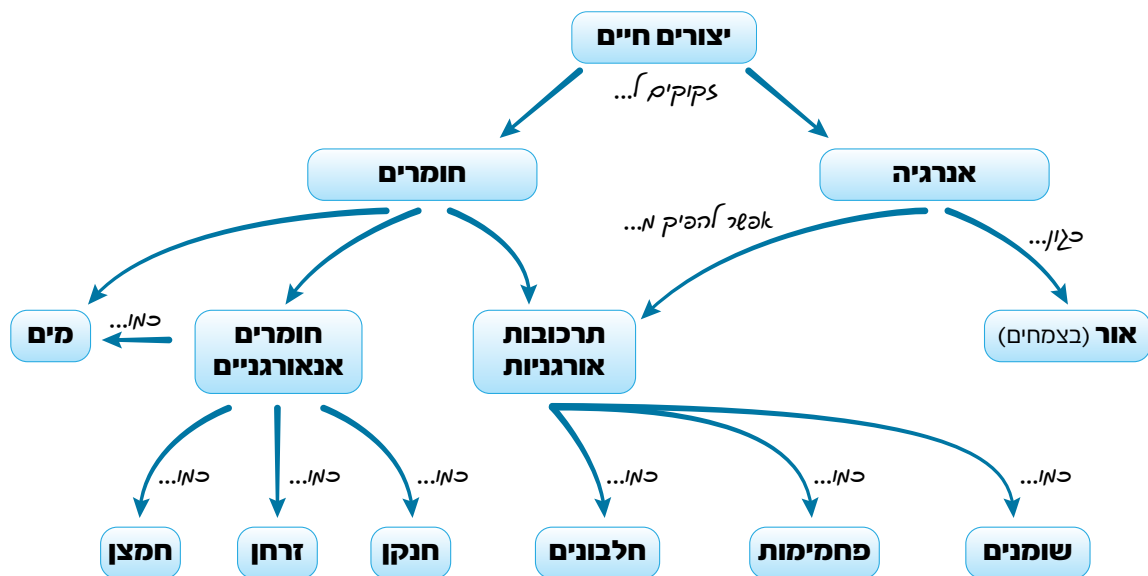
למה זקוקים היצורים החיים כדי להתקיים?



שניים מהצרכים היסודיים ההכרחיים לכלל היצורים החיים הם:

1. אנרגיה לביצוע פעולות החיים: תנועה, רבייה, בניית חומרים, הפעלת החושים ועוד.
2. חומרים שונים לבניית גופם, לגידול ולהתרבות.

כמו שלמדנו בפרק הקודם על תהליך הפוטוסינתזה, הצמחים יוצרים בעצמם גלוקוז, המשמש להם מקור אנרגיה לכל פעולות החיים ובסיס ליצירת תרכובות אורגניות אחרות הדרושות להם לשם גדילה והתפתחות.

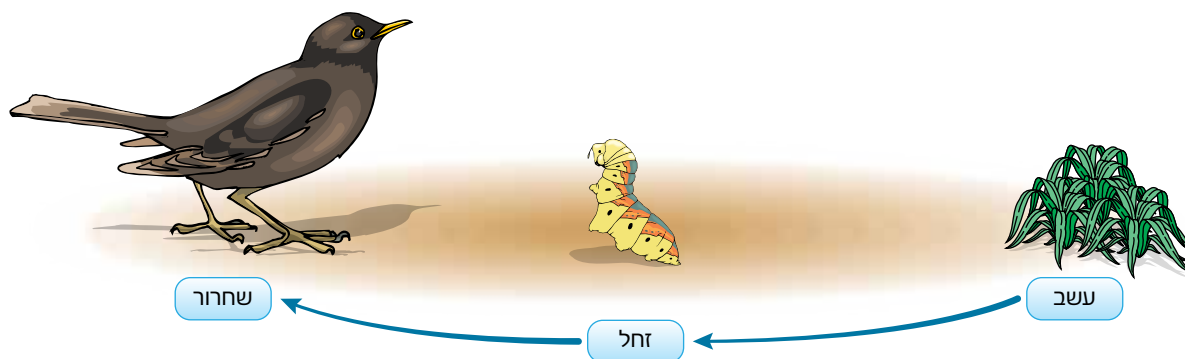


לעומת זאת בעלי החיים אינם יכולים לקלוט אנרגיה מהשמש ולצורך הפקתה זקוקים לחומרים אורגניים מן המוכן. הדרך המוכרת לכולנו לקליטת חומרים אורגניים היא אכילת יצורים חיים אחרים. הפרה אוכלת עשב, השחרור אוכל פרי מן העץ, האריה אוכל את בשר הזברה, כלב הים אוכל דגים ודוב הקוטב אוכל את כלב הים. הצמחים - המייצרים את התרכובות האורגניות שהם צורכים, ובעקבותיהם כל שאר היצורים - נקראים יצרנים. בעלי החיים הניזונים מחומרים אורגניים מוכנים נקראים **צרכנים**.

**צרכן** - יצור חי המקבל את התרכובות האורגניות מיצורים אחרים לצורכי קיומו ומפיק מהן אנרגיה לפעולות החיים שלו.

את הצרכנים מחלקים על-פי המקור שממנו הם ניזונים. בעלי חיים הניזונים מצמחים ומקבלים מהם ישירות את החומרים האורגניים נקראים **צרכנים ראשוניים**; ואלה המקבלים אותם מבעלי חיים אחרים נקראים **צרכנים שניוניים**. בשפה העממית מכונות שתי קבוצות אלו **צמחוניים וטורפים**. הצמחוניים הם הצרכנים הראשוניים, והטורפים הם הצרכנים השניוניים.

יש בעלי חיים הניזונים מצמחים וגם מבעלי חיים, ואלה נקראים **אוכלי כול**; לדוגמה העורב האפור אוכל גם תולעים וזוחלים שהם מזון מהחי, וגם פירות, ירקות וזרעים שהם מזון מהצומח. מאחר שהיצרנים בבית הגידול הם אלה המייצרים את התרכובות האורגניות שצורכים כל היצורים החיים והם עצמם, הרי קיום כל הצרכנים תלוי בהם. את יחסי ההזנה בין היצורים החיים במערכת אקולוגית אפשר לתאר בעזרת תרשים פשוט.



בתרשים זה העשב נאכל על ידי הזחל, והזחל נאכל על ידי השחרור. כיוון החץ מסמל את כיוון מעבר חומרי המזון והאנרגיה מיצור אחד ליצור השני. החומרים האורגניים בעשב עוברים אל הזחל ומשמשים אותו להפקת אנרגיה וכן לבניית גופו. החומרים האורגניים בזחל עוברים אל השחרור ומשמשים אותו להפקת אנרגיה ולבניית גופו. תרשים זה נקרא **שרשרת מזון**.

**שרשרת מזון** - תיאור איכותי של יחסי ההזנה בין יצורים חיים בבית הגידול. הייצוג של יחסי ההזנה הוא קווי (ליניארי). כל שרשרת מזון מתחילה ביצרן, היצרן נאכל על-ידי הצרכן הראשוני, שנאכל על-ידי הצרכן השניוני.

בכל בית גידול יש יותר משרשרת מזון אחת. שרשרות מזון בבתי גידול שונים - שונות במספר החוליות שבהן.



נוהגים לכנות את החוליות בשרשרת המזון במונח **רמת הזנה**. בשרשרת המזון לעיל יש ייצוג של שלוש רמות הזנה: יצרנים, צרכנים ראשוניים, צרכנים שניוניים.

**רמת הזנה** - מיקום בשרשרת מזון, הנקבע על-פי מספר השלבים של מעברי אנרגיה המתרחשים עד לאותה רמה.

### דוגמאות לשרשרת מזון



נץ



יערון



אלון



חסידה

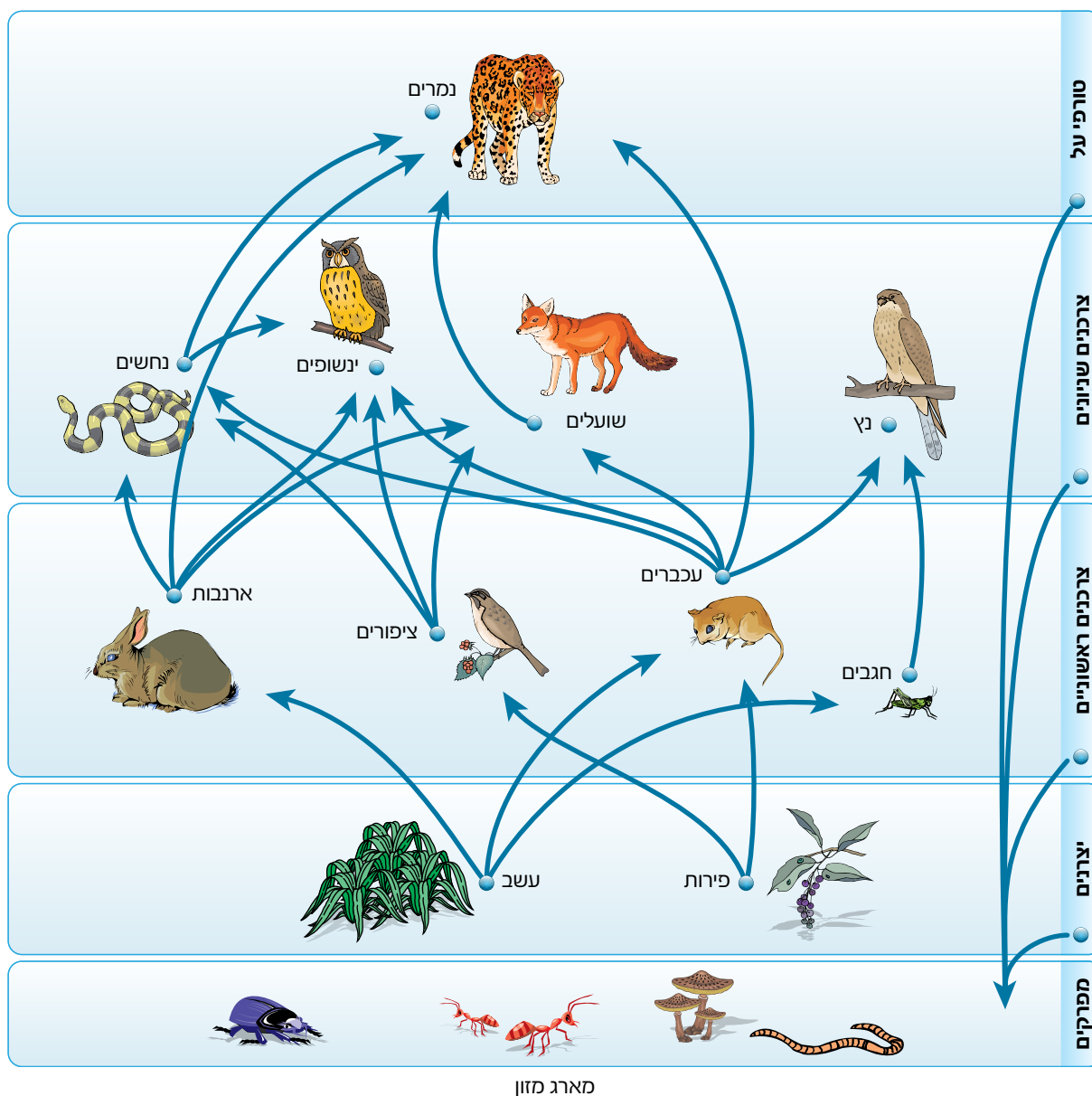


קרפיון



אצה

שרשרת מזון היא תיאור פשטני של יחסי ההזנה במערכת האקולוגית. בכל חוליה בשרשרת המזון יש מין אחד בלבד. בטבע הדברים מורכבים הרבה יותר. הצרכן הראשוני ניזון בהרבה יותר ממין אחד של צומח, וגם הצרכן השניוני טורף מינים רבים ושונים של צרכנים ראשוניים, כמו שאנחנו רואים באיור, בעמוד הבא.



יחסי ההזנה בדוגמה שבאיור נראים כמו רשת של חצים או מארג, וכל חץ מתאר מעבר של חומרים ואנרגיה מיצור אחד למשנהו. לתיאור מורכב כזה אנחנו קוראים **מארג מזון**. מארג מזון מורכב מהרבה שרשרות מזון הקשורות יחד.

**מארג מזון** - תיאור של מכלול יחסי ההזנה בבית הגידול. הוא מורכב מסך כל שרשרות המזון המתקיימות בבית הגידול והקשרים ביניהם. מארג המזון מחולק לרמות הזנה, ובכל רמת הזנה יכולים להימצא כמה וכמה מינים.

בעוד שבכל רמת הזנה בשרשרת מזון יש מין אחד בלבד, הרי במארג מזון יכולים להימצא כמה וכמה מינים בכל רמת הזנה. במארג מזון שבאיור מופיעים מפרקים ובהם נדון מאוחר יותר.



1. העתיקו את טבלה 1 למחברת. רשמו בטבלה את שמות בעלי החיים שפגשתם בסיור הלימודי להכרת הסביבה וציינו את מזונם, על-פי הידוע לכם ובעזרת חיפוש במקורות.

**טבלה 1: בעלי החיים ומזונם**

| שם בעל החיים | מזונו | רמת הזנה |
|--------------|-------|----------|
|              |       |          |
|              |       |          |
|              |       |          |
|              |       |          |

2. מיינו את בעלי החיים שציננתם בשאלה 1 לרמות הזנה ורשמו אותן בטבלה.
3. בבית הגידול מתחת לאבן לא גדלים צמחים ברוב המקרים. כיצד לדעתכם מתקיימים בבית גידול זה בעלי חיים צמחוניים (צרכנים ראשוניים) ובעלי חיים אוכלי בשר (צרכנים שניוניים) ללא נוכחות היצרנים? הסבירו.
4. מדענים שחקרו את החיים באוקיינוסים גילו בשנים האחרונות בעלי חיים מיוחדים החיים בעומק מאות מטרים מתחת לפני המים, בבית גידול חשוך לחלוטין שאור שמש לא מגיע אליו.
- א. האם צמחים יכולים להתקיים בבית גידול זה? הסבירו.
- ב. כיצד יכולים להתקיים בעומק האוקיינוסים צרכנים ראשוניים, צרכנים שניוניים ואף טורפי על ללא נוכחות היצרנים?



### **פעילות 1: מה אוכלים בעלי חיים? בניית מארג מזון**

לפניכם חצים וסדרת כרטיסיות המכילות מידע על מינים שונים שהחורש הוא בית גידולם. בכל כרטיסייה תמונה של המין ופירוט מזונו. היעזרו בכרטיסיות ובחצים וערכו תרשים של מארג מזון שיתאר את יחסי ההזנה בין היצורים החיים בחורש. היעזרו במארג המזון שבתמונה. שימו לב: ראש החץ מופנה לכיוון הצרכן (אוכל צמחים או טורף).



### עורבני שחור כיפה (*Garrulus glandarius*)

**משפחה:** עורבים (*Corvidae*)

**סדרה:** ציפורי השיר (*Passeriformes*)

**מחלקה:** עופות (*Aves*)

**ממלכה:** בעלי חיים

ציפור בגודל יונה בעלת נוצות בצבעי שחור, כחול ולבן ועל ראשה כתם שחור. היא אוכלת כול, ובכלל זה חיפושיות וחרקים אחרים, נבטים, זרעים ופירות עסיסיים. בלוטי האלון מהווים מקור מזון חשוב בתפריט שלה.



### אלון מצוי (*Quercus calliprinos*)

**משפחה:** אלוניים (*Fagaceae*)

**סדרה:** אלונאים (*Fagales*)

**מחלקה:** דו פסיגיים (*Dicotyledones*)

**מערכה:** מכוסי זרע (*Angiospermae*)

**ממלכה:** צמחים

עץ ירוק עד, השכיח והאופייני ביותר לחורש הים תיכוני בארץ-ישראל. פריו נקרא בלוט. בעץ בוגר וגדול עשויים להבשיל כל שנה אלפי בלוטים, אך רובם אינם נובטים. את הבלוט אוכלים מכרסמים, ציפורים וחרקים.



### נמייה (*Herpestes ichneumon*)

**משפחה:** גחניים (*Viverridae*)

**סדרה:** טורפים יבשתיים (*Carnivora*)

**מחלקה:** יונקים (*Mammalia*)

**ממלכה:** בעלי חיים

טורף בעל גוף גלילי וזנב ארוך וגמיש. הוא טורף מבחר רחב של בעלי חיים קטנים, ובהם יונקים, עופות, זוחלים, דו-חיים, דגים, חרקים, סרטנים, חלזונות ונחשים.





### **לטאה ירוקה (*Lacerta trilineata*)**

**משפחה:** לטאיים (*Lacertidae*)

**תת-סדרה:** לטאות (*Sauria*)

**סדרה:** קשקשאים (*Squamata*)

**מחלקה:** זוחלים (*Reptilia*)

**ממלכה:** בעלי חיים

אורכה עד 43 ס"מ, שוכנת בחורש ובאזור מכוסה שיחים שבחבל ההר. פעילה ביום, ניזונה בעיקר מחרקים ומפרוקי רגליים אך צדה וטורפת גם זוחלים קטנים.



### **צפע ארצישראלית (*Vipera palaestinae*)**

**משפחה:** צפעוניים (*Viperidae*)

**תת-סדרה:** נחשים (*Ophidia*)

**סדרה:** קשקשאים (*Squamata*)

**מחלקה:** זוחלים (*Reptilia*)

**ממלכה:** בעלי חיים

הנחש הארסי השכיח ביותר בישראל. ניזון מעכברים, מחולדות, מציפורים ומלטאות.



### **חיוואי הנחשים (*Circus gallicus*)**

**משפחה:** נציים (*Accipitridae*)

**סדרה:** דורסי יום (*Falconiformes*)

**מחלקה:** עופות (*Aves*)

**ממלכה:** בעלי חיים

עוף דורס גדול המקנן בעצים לא גבוהים, ניזון בעיקר מנחשים. משלים את תפריטו בזוחלים אחרים, כגון: זיקיות, חרדונים וגם קרפדות וציפורי שיר.





### חדקונית הבלוטים (*Balaninus elphas*)

**משפחה:** חדקוניתיים (*Curculionidae*)

**סדרה:** חיפושיות (*Coleoptera*)

**מחלקה:** חרקים (*Insecta*)

**ממלכה:** בעלי חיים

חיפושית שאורך גופה 6-10 ס"מ. צבעה חום בהיר עד אפור, בעלת חדק ארוך כאורך גופה. הנקבה מטיילה ביצה לתוך בלוט צעיר של אלון. הזחל הבוקע ניזון בחלקים הרכים של הבלוט.



### יערון גדול (*Apodemus mystacinus*)

**משפחה:** עכבריים (*Muridae*)

**סדרה:** מכרסמים (*Rodentia*)

**מחלקה:** יונקים (*Mammalia*)

**ממלכה:** בעלי חיים

מכרסם הנפוץ בחורש הים תיכוני, בעיקר בחורשים שבהם גדל אלון מצוי. אורך גופו כ- 11 ס"מ ואורך זנבו כ- 12 ס"מ. ניזון בעיקר מזרעים, מבלוטי אלון, מקליפות עצים וכן מחרקים.



1. מדוע נקרא התרשים מארג מזון?
2. מי נמצא בתחתית מארג המזון? הסבירו.
3. מי נמצא בראש מארג המזון?
4. ממה ניזון עץ האלון?
5. מארג המזון שיצרתם אופייני לחורש. האם בסביבה שונה יהיה מארג המזון שונה? הסבירו.
6. התרשים שבעמוד הבא מתאר יחסי הזנה בין כמה יצורים חיים. איך נקרא תרשים זה? מהו ההבדל בין תרשים זה למארג מזון?



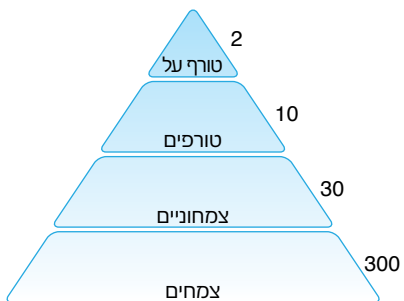
## פירמידת מזון

שרשרת מזון ומארג מזון הם תיאורים של יחסי ההזנה בין היצורים החיים במערכת האקולוגית. כאשר אקולוגים ניגשים לחקור מערכת אקולוגית, אין הם מסתפקים ביחסי ההזנה הקיימים בין מרכיביה, אלא מעוניינים גם בנתונים הכמותיים, למשל: כמה עשב ביום אוכל עדר צבאים בנחל הצבאים באזור ירושלים? כמה זכרות טורף אריה בשבוע בסוואנות של קניה?

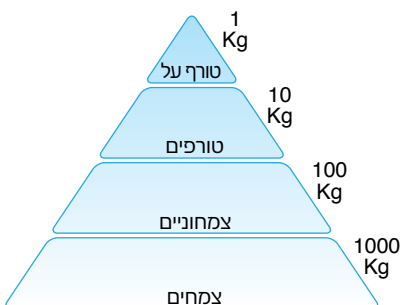
כדי לתאר תיאור כמותי של יחסים אלה משתמשים האקולוגים בִּתְרֵשִׁים **פירמידת מזון**. בפירמידת מזון באים לידי ביטוי כמויות האנרגיה או החומרים העוברים מרמת הזנה אחת לשנייה.

**פירמידת מזון** - ייצוג גרפי המתאר את היחסים הכמותיים בין השלבים השונים בשרשרת מזון מסוימת. אפשר לבטא את היחסים הכמותיים באמצעות מספר היצורים בכל רמת הזנה (פירמידת מספרים), או באמצעות מסת היצורים בכל רמה (פירמידת ביומסה), או באמצעות ערך אנרגטי יחסי בכל רמה (פירמידת אנרגיה).

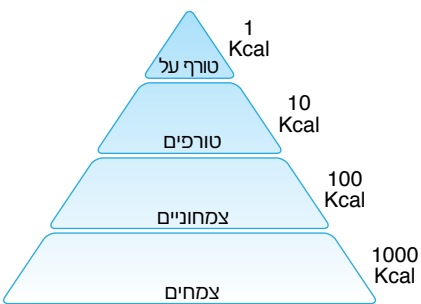
בניית פירמידת מזון וניתוחה יכולים לסייע להבנת מצבה של המערכת האקולוגית. הנתונים הנאספים עשויים לתת לנו תשובות לשאלות שונות, כמו: האם יש מספיק מזון לכל היצורים החיים הנמצאים במערכת האקולוגית? כמה רמות הזנה יכולות להתקיים במערכת האקולוגית? האם המערכת האקולוגית תשרוד לאורך זמן או האם היא בסכנת התמוטטות? מה אפשר לעשות כדי לאפשר למערכת האקולוגית לתפקד?



פירמידת מספרים



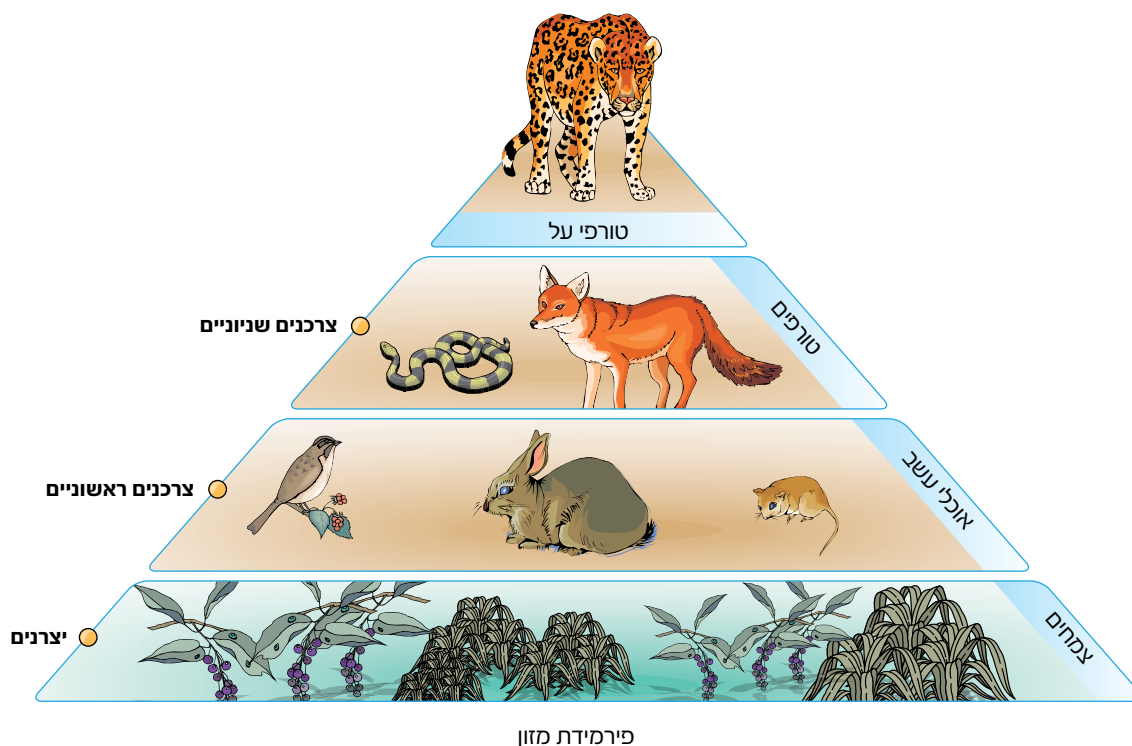
פירמידת ביומסה



פירמידת אנרגיה

קיימות דרכים שונות לתאר פירמידת מזון. כאשר הנתונים בכל רמת הזנה בפירמידה מבוטאים במספרים של יצורים חיים, נכנה אותה פירמידת מספרים. דרך אחרת היא לבטא את הנתונים בכל רמת הזנה ב**ביומסה**, ואז נכנה אותה פירמידת ביומסה. אפשר לבטא את הנתונים בכמויות אנרגיה בכל רמת הזנה, ובמקרה זה נדבר על פירמידת אנרגיה. לכל דרך תיאור יש יתרונות וחסרונות. השימוש בכל אחד מהתיאורים תלוי במטרות שלשמן נבנתה הפירמידה.

**ביומסה** - המסה של כל החומר היבש (ללא מים) ביצור חי. במחקר האקולוגי נוהגים למדוד את הביומסה בבית גידול מסוים, באזור מסוים או במערכת אקולוגית מסוימת בזמן נתון.



בכל פירמידת מזון המתארת את יחסי ההזנה בבית גידול או מערכת אקולוגית כלשהם, היצרנים נמצאים בבסיס הפירמידה, מעליהם הצרכנים הראשוניים, מעליהם הצרכנים השניים ובקדקוד הפירמידה נמצאים טורפי העל. חברת היצורים החיים בבית הגידול מתבססת אם כן על החומרים האורגניים המיוצרים על ידי היצרנים. אפשר להתבונן על חומרי המזון כעל מקור לאנרגיה, לבחון את השינויים בכמויות האנרגיה המצויות בכל אחת מרמות ההזנה שבפירמידה ולהשוות ביניהן.

לא כל כמות הצמחים שאוכלים אוכלי הצמחים מתווספת למשקלם, חלק ממה שהם אכלו אינו מעוכל אלא מופרש כחומרי פסולת, חלק מנוצל להפקת אנרגיה לצורכי פעולות החיים שלהם ורק חלק בונה את גופם ועובר לטורפים הניזונים מהם. גם הטורפים לא מנצלים את כל כמות החומרים המצויה בצרכנים הראשוניים שהם ניזונים מהם לבניית גופם. חלק מהם לא מצליחים לעכל ומופרש כחומרי פסולת וחלק מנוצל להפקת אנרגיה לצורכי פעולות החיים שלהם. וכך הדבר עם טורפי העל. כך איפה פוחתת בהדרגה כמות החומרים (הביומסה) העוברת משלב לשלב בפירמידת המזון.

רק חלק מהאנרגיה ברמת הזנה אחת עובר לרמה הבאה. חלק זה של האנרגיה הוא כ-10% בממוצע. חלק מהאנרגיה שבמזון שהצרכנים הראשוניים אכלו משמשת אותם לפעולות החיים שלהם, חלק מהאנרגיה מצוי בהפרשות ובמזון לא מעוכל. אנרגיה זאת לא מגיעה כמובן אל הצרכנים השניוניים. לכן כמות האנרגיה המצויה במזון שהצרכנים השניוניים יאכלו, תהיה קטנה יותר. תהליך דומה קורה במעבר האנרגיה מהצרכנים השניוניים לטורפי העל.



## פעילות 2: שרשרת מזון, מארג מזון ופירמידת מזון

לפניכם נתונים על כמויות מזון יחסיות הנדרשות לקיום מינים שונים של יצורים חיים במקווה מים מתוקים:

10 גרם אצות דרושים לגידול 1 גרם של דפניות.

10 גרם של דפניות דרושים לגידול 1 גרם של חרקי מים.

10 גרם של חרקי מים דרושים לגידול 1 גרם של דגים.

1. ציירו את שרשרת המזון במקווה המים, ומתחת לכל חוליה בשרשרת המזון ציינו את רמת ההזנה שאליה משתייך היצור בחוליה (יצרן, צרכן ראשוני, צרכן שניוני, צרכן שלישוני).

2. מהו מקור האנרגיה לכל שרשרת המזון? הסבירו.

3. טורפי העל נקראים כך כיון שאין להם טורפים, למרות זאת מספרם בבית הגידול קטן. בתיאור יחסי ההזנה בבית הגידול, הם ממוקמים בראש מארג המזון ובקודקוד פירמידת המזון. מהם הגורמים המגבילים את גודל אוכלוסיית טורפי העל בבית הגידול? הסבירו

4. ציירו פירמידת מזון המתארת את יחסי ההזנה בין יצורים חיים בבית גידול הבא: על עץ תות אחד חיים כ- 100 תולעים וחרקים הניזונים מעלי העץ ומהגזע שלו. מהתולעים והחרקים באותו עץ ניזונים כ- 30 ציפורי שיר ומציפורי השיר ניזונים 2 חתולי בר ו- 3 עופות דורסים. כיצד נקרא לסוג פירמידת המזון שציירתם?

5. מהו ההבדל בין פירמידת המזון מסוג זה לשאר הסוגים של פירמידות המזון?

6. באיזו רמת הזנה בפירמידת המזון מצויה כמות האנרגיה הגדולה ביותר? סמנו את התשובה הנראית לכם מתאימה ביותר. נמקו את בחירתכם.

א. ברמת היצרנים

ב. ברמת הצרכנים הראשוניים

ג. ברמת הצרכנים השניוניים

ד. כמות האנרגיה שווה בכל הרמות

## על טורפים ונטרפים



זאב

**הזאב** הוא אחד מטורפי העל במערכת האקולוגית, יש לו תפקיד חשוב בוויסות כמות היצורים בבית הגידול. עיקר טרפו הוא אוכלי עשב, כמו צבאים, יעלים וארנבות. הוא תלוי בהם לאורך כל השנה. הזאבים יכולים לאכול גם טרף זמין אחר, כמו יונקים קטנים, ציפורים, נחשים, לטאות, דגים ואף חרקים ותולעים. זאב אוכל בממוצע כ-4.5 ק"ג בשר ליום. כשיש מספיק טרף ומזון זמין, הוא יכול לאכול כמויות בשר הרבה יותר גדולות בבת אחת. במצבים אחרים, כאשר הטרף איננו זמין, הוא יכול להסתובב ימים מספר ללא מזון. זאבים יכולים לצום תקופה של שבועיים ואף יותר תוך כדי חיפוש טרף. כשהם זוכים למצוא טרף, הם ימלאו את קיבתם עד למציאת הטרף הבא. הזאבים צדים בדרך-כלל בלהקות. כמות הציד של להקת זאבים מושפעת מגורמים רבים, ובהם הרכב הלהקה, גודל הלהקה, תנאי מזג האוויר, צפיפות הטרף, סוג הטרף וגודלו. כל זאב בלהקת זאבים אשר טרפה הוא בעיקר צבאים יכול לצוד בממוצע 15 - 19 צבאים בשנה.

**שקנאי** הוא עוף מים הניזון בעיקר מדגים. הוא חי סביב מקווי מים ואת הדגים הוא צד על-ידי טבילת הראש והמקור

בתוך המים ולכידת הדג. שקנאי בוגר יכול לאכול בכל יום כמות דגים שמשקלה כ-25% ממשקל גופו. משקלו של שקנאי בוגר הוא בין 8 ל-10 ק"ג. שקנאי כזה יכול לאכול בכל יום 2 עד 2.5 ק"ג דגים. שקנאים צעירים שקצב גידול גופם הוא מהיר, יכולים לאכול בכל יום כמות דגים השווה ל-40% ממשקל גופם. תארו לכם נער או נערה בגילכם, שמשקל גופם כ-50 ק"ג וקצב הגידול שלהם הוא מהיר, אוכלים 20 ק"ג מזון בכל יום (כ-40% ממשקל גופם). אחד מחוקרי הציפורים חישב ומצא שזוג שקנאים בוגרים וארבעת האפרוחים שלהם מחסלים כטון אחד (1,000 ק"ג) דגים במהלך עונת רבייה.



שקנאים

חשבו מה יכול לקרות לבריכת דגים שלהקה של כמה מאות שקנאים נוחתים בה במהלך נדידתם ושוהים בה יום אחד למנוחה ולאכילה. לא פלא שנדידת השקנאים גורמת כאב ראש לא קטן למגדלי הדגים.



צבי

**לצבאים** תפריט מגוון מאוד, והם אוכלים מגוון רחב של סוגי מזון: עשב, פירות רכים וקשים, פטריות, חזזיות, ענפים רכים של עצים ושיחים. אקולוגים מעריכים שצבי צורך ביום מזון השווה בכמותו ל-2%-4% ממשקל גופו. צבי זכר שמשקלו הממוצע הוא כ-25 ק"ג אוכל בממוצע כ-1 ק"ג מזון ליום.

## ב. המפרקים

צמחים מתים; עלים, ענפים ופרות נושרים מעצים אל הקרקע; בעלי חיים מתים וגופם נטמן בקרקע או נשאר על פניה. מה קורה לשרידי הצמחים ובעלי החיים לאחר מותם? לאן הם נעלמים? מה קורה לחומרים שבנו את גופם?



### פעילות 3: מי ומי במפרקים?

**מטרת הפעילות:** לבדוק מי מפרק את החומרים הבונים את גופם של בעלי חיים וצמחים מתים.  
**ציוד וחומרים:** 2 צלחות פטרי המכילות מצע ג'לטין, כפית שטוחה, נייר דבק שקוף, תמיסת יוד בבקבוק טפי, עט סימון, דגימת קרקע מהגינה.



### מהלך הפעילות:

1. סמנו את שמכם ואת התאריך על בסיסן של צלחות הפטרי עם מצע הג'לטין (המצע נראה צלול וצהבהב).
2. פתחו את המכסה של אחת הצלחות כמו שמתואר בציור. פזרו קצת אדמת גינה על מצע ג'לטין. סגרו את מכסה הצלחת ואטמו אותה בנייר דבק שקוף. את הצלחת השנייה השאירו סגורה. אטמו גם אותה בנייר דבק שקוף.
3. צפו בצלחות אחת ליום או ליומיים ורשמו את אשר אתם רואים.
4. בתום שבוע פתחו את שתי צלחות הג'לטין והתבוננו בהן. מהו ההבדל בין שתי הצלחות? הסבירו.



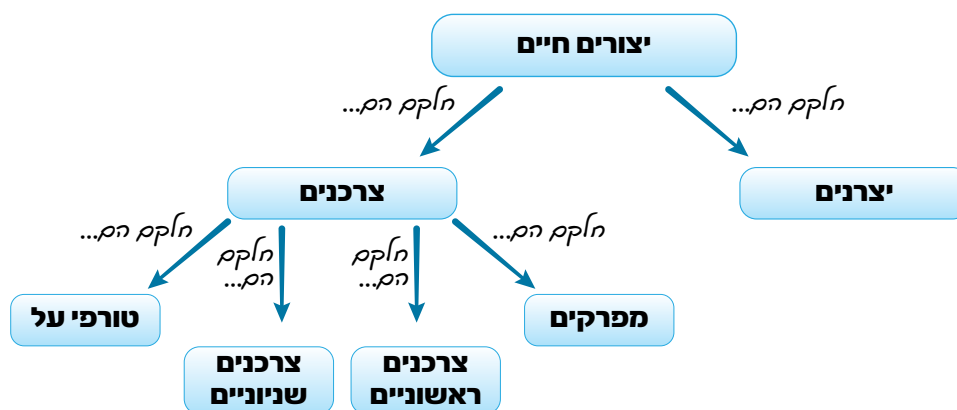
1. מי הם היצורים שהתפתחו על צלחת הפטרי עם אדמת הגינה?
2. מה תפקידה של הצלחת ללא אדמת הגינה בניסוי? הסבירו.

**מפרקים** - יצורים הניזונים מפירוק חומרים אורגניים לחומרים אנאורגניים הנמצאים בהפרשות של יצורים חיים, בחלקי צמחים, בגופם של יצורים שמתו ובחומרי פסולת. עם קבוצה זו נמנים חיידקים ופטריות.

**המפרקים** הם קבוצה מיוחדת וחשובה בבית הגידול. לצורך גידולם הם צורכים תרכובות אורגניות מוכנות כמו הצרכנים, אבל בשונה מהאחרונים הם מפרקים את התרכובות האורגניות מחוץ לגופם על-ידי הפרשת אנזימים לסביבתם. מקצת מתוצרי הפירוק - מולקולות קטנות ומסיסות - נספג אל תוך גופם של המפרקים ומשמש להם מקור אנרגיה ומקור לתרכובות פחמן. בתהליכי הפירוק של המפרקים נשארים בסביבה חלק מתוצרי הפירוק, למשל חומרים אנאורגניים (מינרלים), ואת אלה מנצלים שוב יצורים חיים בקרקע או צמחים הקולטים אותם דרך השורשים. חלק מתוצרי הפירוק נפלט לאויר, כמו CO<sub>2</sub> ואלו נקלטים שוב על ידי הצמחים. למפרקים יש תפקיד חשוב **במחזור החומרים** במערכת האקולוגית.

מגוון החומרים שמפרקים המפרקים, בעיקר החיידקים שבהם, הוא עצום. בני האדם למדו להשתמש בתכונה זו של החיידקים לתועלתם. כך למשל, נמצא זן של חיידקים הניזונים מנפט. יש המגדלים חיידקים אלו במיוחד לניקוי שרידי נפט ממכליות גדולות. באסון כתם הנפט שהותירה מכלית שטבעה מול חופי ספרד פוזרו למים כמויות גדולות של קש ועליו חיידקים מפרקי נפט. בנוכחות כמויות גדולות של מזון זה החיידקים מתרבים מאוד ומפרקים כמויות גדולות של הנפט. כל עוד הנפט לא מתמצק החיידקים יכולים לפרק אותו לתרכובות פשוטות הנמסות במים ואינן מזיקות לסביבה ולבעלי החיים בים.

קבוצה אחרת של בעלי חיים המשתתפים בתהליך פירוק החומרים האורגניים, אבל בדרך שונה, היא אוכלי הנבלות, כמו הנשר או הצבוע. יצורים אלה נקראים הסניטריים של המערכת האקולוגית, מאחר שהם מנקים אותה מגוויתיהם של יצורים מתים.



1. תוצרי הפירוק של המפרקים הם תרכובות פשוטות כמו חמצן, פחמן דו חמצני ומים. הביאו דוגמאות ליצורים חיים בסביבה המשתמשים בתרכובות אלו.
2. הסבירו את חשיבותם של המפרקים בקרקע. מה היה קורה לו לא היו קיימים בה המפרקים?
3. חיתולים חד-פעמיים שנקברו בקרקע יכולים להישאר בה מאה שנים. כלי זכוכית שנקברו בקרקעית הים בתקופה הרומית (2,500 שנה לפני זמננו) עדיין שומרים על צורת הכלי המקורית ועל העיטורים המצוירים עליו.
  - א. מה אנחנו למדים על החומרים שמהם עשויים החיתולים וכלי הזכוכית?
  - ב. הצטברותם של חיתולים חד פעמיים וכלי זכוכית בקרקע יכולה להוות מטרד סביבתי. כיצד ניתן להתמודד עם בעיה זו?

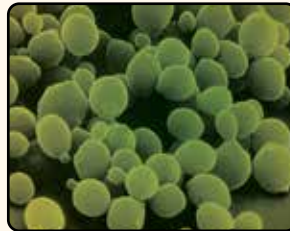


## הפטירות

הפטירות הן קבוצה גדולה ומגוונת של יצורים חיים. יש להן צורות שונות, והן גדלות כמעט בכל מקום. קיימים בעולם למעלה ממאה אלף סוגי פטריות, ואפשר למצוא אותן באוויר, במים, באדמה ובמזון. מרבית הפטריות הן רב-תאיות אך יש פטריות בנות תא אחד בלבד, כמו השמרים.



קורים ונבגים של עובש



תאי שמרים 1000x



פטירות כובע



הפטירות נחשבות למפרקים החשובים ביותר במערכת האקולוגית. הן מפרקות את החומרים שמהם הן ניזונות מחוץ לגופן, על-ידי הפרשת אנזימי עיכול. האנזימים מפרקים את המזון למולקולות אורגניות קטנות שאותן הפטריות יכולות לספוג דרך קרומי גופן. כך הפטריות מפרקות יצורים מתים (גופות ושרידים של בעלי חיים, צמחים וחלקי צמחים מתים וחומרים אורגניים אחרים).

יש פטריות שהן טפילות, יש פטריות המקיימות יחסי הדדיות עם יצורים חיים אחרים, כמו האורנייה עם עץ האורן, ויש פטריות החיות עם אצות ביחסי גומלין הדוקים **בחזיות**.

**חזית - יצור חי המורכב מאצה ומפטרייה המקיימות ביניהן חיי שותפות.**

פטירות רבות משמשות את האדם:

- פטריות מועילות לצמחים רבים וכן לגידולים חקלאיים.
  - יש פטריות המשמשות לפירוק חומרים מזיקים.
  - השימוש הנפוץ והפשוט ביותר בפטריות הוא מאכל. פטריות מהסוג הצומח ביערות, בין אם מקורן ביער טבעי ובין אם בגידול חקלאי, נקטפות ונאכלות באופן ישיר על-ידי האדם, ומשמשות מרכיב חיוני במזונות רבים, כגון מרקים, רטבים ומוצרי מאפה; את הפטריות מוסיפים למאכלים כתבלינים, הן משמשות בתעשיית המזון כמו השמרים. עובשים (סוג של פטריות) אשר בדרך-כלל מעידים על התיישנות וריקבון של מזון, מצורפים לגבינות רבות ומקנים להן טעם ייחודי.
  - פטריות משמשות מקור גם לתעשיית התרופות, ובייחוד תרופות אנטיביוטיות.
  - מנגד יש פטריות שנחשבות למזיקות ואף מסוכנות לאדם:
  - פטריות מסוימות הן רעילות לאדם, ואכילתן עלולה לסכן חיים.
  - פטריות מתפתחות על מזונות וגורמות לשינוי טעמם (לרוב לרעה) ולעתים אף הופכות אותם לרעילים.
  - פטריות מסוימות גורמות להזיות רבות עוצמה (פטירות הזיה), ומוגדרות כסם מסוכן.
  - פטריות שונות גורמות לנזקים בצמחים ועלולות לפגוע ביבולים חקלאיים.
- על תכונה מעניינת ומפתיעה שהתגלתה בפטריות קראו בכתבה [על מה פטריות חושבות?](#) באתר החוברת.

### "החיים בזבל" - על דשונת (קומפוסט) ועל הדשנה (קומפוסטציה)

הפסולת שאנחנו משליכים יום-יום לפחי האשפה היא בעיקרה חומרים אורגניים כמו שאריות מזון, קליפות ירקות ופירות, גזם של צמחים ועוד. האם חשבתם על כך שאפשר להפוך את הפסולת הזאת לדשן מועיל לשדות ולגינות ובד בבד לשמור על איכות הסביבה?

**הדשנה** היא תהליך שבו חומרים אורגניים, שמקורם מהחי או מהצומח, עוברים פירוק על-ידי המפרקים (כמו חיידקים ופטריות) בתנאים מבוקרים. חומר אורגני שהפך לדשונת הוא דשן טבעי אשר מפחית את הצורך בדשנים כימיים מזהמים ומשפר לאין ערוך את המרקם הפיזי של הקרקע, שחשיבותו גדולה ביותר לצמחים. תהליך ההדשנה הוא היום תהליך תעשייתי שמייצרים בו כמויות גדולות מאוד של דשונת הנמכרת לחקלאים ולבעלי גינות. במדינות מפותחות ובעלות מודעות סביבתית גבוהה נעשים ניסויים להשתמש בזבל אנושי, כלומר צואה ושתן (כדומה לזבל חיות משק), כמרכיב מרכזי בתעשיית הקומפוסט. מהלך כזה יוביל לחיסכון במים ויצמצם את זיהום מאגרי המים הנגרם ממערכות הביוב.

אפשר להקים בבית או בבית הספר פינת הדשנה, שאליה מושלכות שאריות המזון ופסולת אורגנית אחרת. אין להשליך לפינת ההדשנה שאריות בשר או חלילה זבל אנושי - שתן וצואה. לקבלת דשונת איכותית חשוב שהתהליך יעשה בסביבה מאווררת, העשירה בחמצן, ולכן נוהגים להפוך את ערימות הדשונת בתדירות גבוהה. שיטה נוספת לפירוק שאריות מזון במהירות ידועה בשם "וורמי-קומפוסט" ובה נעשה שימוש בתולעי אדמה. תולעים אוכלות מוצרים אורגניים שונים, ולאחר העיכול מייצרות דשונת עשירה ויעילה במיוחד. התולעים מבצעות את הפירוק במכל המופרד מהקרקע ובשל כך אפשר להשתמש בשיטה זו גם ללא גינה, וזהו יתרון חשוב בתנאים עירוניים או במגורים צפופים.



תולעים אדומות בערימת דשונת



ארגז לייצור דשונת

**תולעי הקומפוסט האדומות** (*Eisenia fetida*) מין של תולעים המצוי ביערות אירופה. תולעים אלו מסוגלות לעבד במהירות כמויות גדולות של אשפה אורגנית לדשן ביולוגי המעולה לצמחי בית וגן ולגידולים חקלאיים. הפרשות התולעים הופכות לדשן אורגני איכותי הנקרא הומוס. דשן זה מכיל מגוון רחב של יסודות מזון בצורה זמינה וקלה לספיגה בצמחים, חומרים מונעי מחלות וחומרים המגדילים את חסינות הצמח למזיקים, ומעלים באופן משמעותי את פריון הקרקע ואת כמות היבול. מראהו של ההומוס דומה מאוד לאדמה, קל, וללא ריח. הוא מכיל כמויות גדולות של חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום ומיקרו-אורגניזמים.

כמה עובדות מעניינות על התולעים האדומות:

1. התולעים רגישות מאוד לאור, וזקוקות לסביבה לחה מכיוון שהן נושמות דרך עורן. בפועל ניזונות התולעים מתוצרי פירוק הפסולת כתוצאה מפעילות חיידקים ומהחיידקים עצמם.
2. שלשול הגינה הנפוץ ("תולעת הגשם") הוא קרוב משפחה של התולעת האדומה, ואף הוא מועיל וחשוב לפוריות הקרקע.
3. צ'רלס דרווין (1809-1882) חקר תולעים במשך שנים רבות, וטען שכל חלק פורה בכוכב הלכת שלנו עבר ולו פעם אחת דרך מערכת העיכול של תולעי האדמה.



שלשול הגינה

# ג. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ מקובל לחלק את היצורים החיים בסביבה לקבוצות לפי דרך ההזנה שלהם:
- **יצרנים:** בקבוצה זאת נכללים הצמחים המייצרים את מזונם בעצמם בתהליך הפוטוסינתזה. באמצעות פחמן דו-חמצני, מים ואור השמש הם מייצרים גלוקוז ומשחררים חמצן לאוויר.
- **צרכנים ראשוניים:** בקבוצה זאת נכללים בעלי החיים הניזונים מצמחים. למעשה הם צרכנים, שכן הם צורכים את החומרים האורגניים שייצרו הצמחים. (הם אינם מסוגלים לייצר בעצמם את החומרים הנחוצים להם לשם קיומם).
- **צרכנים שניוניים:** בקבוצה זאת נכללים בעלי החיים הניזונים מבעלי חיים אחרים, והם למעשה הטורפים.
- **טורפי העל:** בקבוצה זאת נכללים בעלי חיים אשר אינם נטרפים על-ידי בעלי חיים אחרים. קבוצה זאת נמצאת תמיד בראש מארג המזון ופירמידת המזון.
- ✓ כדי לדעת ממה ניזונים בעלי החיים צריך לעקוב אחריהם בטבע ולהיעזר במקורות מידע שונים.
- ✓ האקולוגים מתארים את יחסי ההזנה בין מינים שונים בבית הגידול בשלושה אופנים עיקריים:
- **שרשרת מזון** - תיאור איכותי של יחסי ההזנה בין יצורים חיים בבית גידול. שרשרת המזון בנויה מחוליות: החוליה הראשונה כוללת את היצרנים, החוליה השנייה את הצרכנים הראשוניים, לאחריה הצרכנים השניוניים ובסופה טורפי העל. כל חוליה כזאת נקראת רמת הזנה. בשרשרת מזון יש כמה רמות הזנה ובכל רמת הזנה מין אחד בלבד.
- **רמת הזנה** - מיקום בשרשרת המזון הנקבע על-פי מספר השלבים של מעברי האנרגיה המתרחשים עד לאותה רמה.
- **מארג מזון** - תיאור איכותי של מכלול יחסי ההזנה בבית גידול. סך כל שרשרות המזון המתקיימות בבית הגידול והקשרים ביניהן. במארג מזון יכולים להימצא בכל רמת הזנה כמה וכמה מינים.
- **פירמידת מזון** - תיאור כמותי של יחסי ההזנה בין היצורים החיים בבית גידול. בכל רמת הזנה בפירמידת המזון יכולים להימצא כמה מינים ויבואו לידי ביטוי מספר היצורים או המסה שלהם או ערך אנרגטי יחסי.
- ✓ חומרים בסביבה עוברים שינויים מחזוריים. הצמחים קולטים תרכובות אנאורגניות, כמו מים ופחמן דו-חמצני, אשר הופכות לתרכובות אורגניות בתהליך הפוטוסינתזה. התרכובות האורגניות עוברות בין רמות ההזנה השונות מצמחים אל אוכלי הצמחים ומהם לטורפים. כל רמה ניזונה מהחומרים שהרכיבו את היצורים ברמה הנמוכה יותר. כך, אם נסמן בדרך מיוחדת את הפחמן שהרכיב את מולקולת הפחמן הדו-חמצני באוויר, נמצא אותו בצמחי התלתן שאכלה הפרה ובעקבות זאת נמצא פחמן מסומן גם בבשר הפרה, ובאדם שאכל את בשר הפרה.
- ✓ המפרקים ניזונים מהפרשות היצורים ומשרידי גופם, והם ממחזרים את התרכובות האורגניות חזרה לתרכובות אנאורגניות, כמו מלחים המסיסים במים, פחמן דו-חמצני ותרכובות חנקן הנפלטות לאוויר. הצמחים קולטים שוב את המלחים שבמים או בקרקע ואת הפחמן הדו-חמצני שבאוויר וכך מתחיל מחזור חומרים חדש.

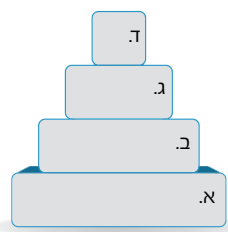


## שאלות סיכום

1. האנרגיה המועברת בשרשרת מזון היא:

א. אנרגיה כימית ב. אנרגיית חום ג. אנרגיית אור ד. אנרגיה קינטית

2. לפניכם איור של פירמידת מזון



א. התאימו לכל אחת מהמסגרות באיור את רמת ההזנה המתאימה מהרשימה:

צרכנים שניוניים, טורפי א', יצרנים, צרכנים ראשוניים.

ב. מהי משמעות השטח של כל מסגרת בפירמידה?

3. לפניכם רשימה של יצורים חיים שנדגמו בקיץ בבית גידול מסוים. התאימו את היצורים למסגרות בתוך הפירמידה או

לרמת ההזנה המתאימה. נחשים, נמלים, מכרסמים, קוצים, פרחים חד-שנתיים, אטלס, זאבים, דובים.

4. יצורים חיים המנצלים את אנרגיית השמש כדי ליצור את חומרי המזון הדרושים להם הם:

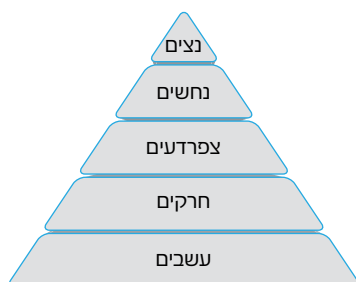
א. צרכנים ב. טורפים ג. יצרנים ד. אוכלי כל

5. בעלי חיים שמזונם - והמקור לאנרגיה בעבורם - הוא צמחים הם:

א. יצרנים ב. אוכלי כל ג. צרכנים ד. טורפים

6. בעלי חיים כמו הדובים, האוכלים גם דגים וגם כלבי ים, הם:

א. יצרנים ב. טורפים ג. צמחוניים ד. אוכלי כל



7. לפניכם פירמידת מזון המראה את יחסי המסה בין חמש קבוצות של אורגניזמים.

מהו מקור האנרגיה לכל הפירמידה?

א. שמש ב. עשב ג. צפרדעים ד. חרקים

8. מי מהרשימה הבאה הוא היצרן במערכת האקולוגית?

א. הצבי ב. האריה ג. עץ האלון ד. החקלאי

9. שרשרת המזון מתחילה ב-

א. בעל חיים האוכל בעל חיים אחר.

ב. בעל חיים האוכל צמח ירוק.

ג. צמח ירוק האוכל חרק.

ד. חיידקים מפרקים שאריות של עץ יבש.

10. החשיבות האקולוגית של המפרקים בטבע היא בכך שהם:

- מבצעים פירוק פחמן דו חמצני ( $\text{CO}_2$ ) המצוי באוויר.
- הופכים כמויות גדולות של חומרים אורגניים לחומרים אנאורגניים.
- מפיקים אנרגיה מחמצון תרכובות אורגניות.
- מספקים אנרגיה לבעלי-חיים גם בנוכחות חמצן וגם בהיעדרו.

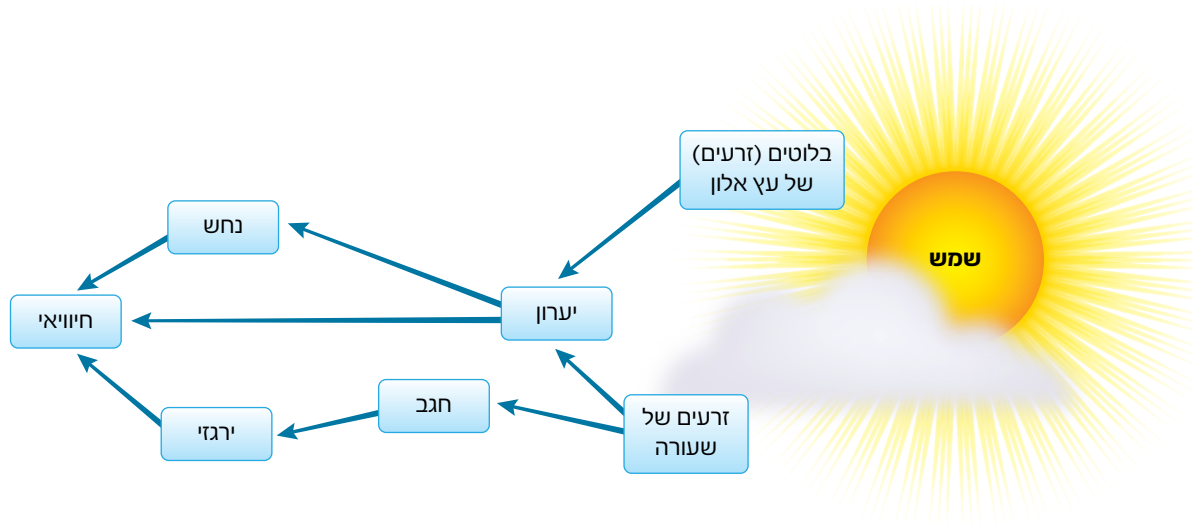
11. התבקשתם להוסיף למארג מזון גם את המפרקים. מאילו חוליות נכון לסמן את החצים המצביעים אל כיוון המפרקים?

- רק מן הצמחים שבמארג.
- רק מבעלי החיים הצמחוניים.
- רק מבעלי החיים הטורפים.
- מכל היצורים החיים: הצמחים ובעלי החיים.

12. תארו והסבירו את הדרך בה יצורים מכל אחת מקבוצות הבאות משיגים את האנרגיה ואת חומרי המזון הדרושים לצרכי החיים שלהם.

יצרנים                      צרכנים                      מפרקים  
הביאו דוגמה של יצור מכל אחת מהקבוצות הללו.

13. לפניכם איור של מארג מזון. החצים מציינים מעבר של חומרים ושל אנרגיה במערכת האקולוגית.



- אילו התבקשתם להכין פירמידת מזון ממארג מזון זה, כמה רמות הייתם כוללים בה? הסבירו.
- אילו התבקשתם להכין פירמידת מזון ממארג מזון זה, את מי הייתם שמים ברמת הצרכנים הראשוניים?  
I. נחש וירגזי    II. ירגזי וחגב    III. יערן ונחש    IV. חגב ויערן
- מי יעמוד בראש פירמידת המזון?  
I. הנחש    II. החיוויאי    III. החיוויאי והנחש    IV. החיוויאי, הנחש והירגזי



# פרק 4

יחסי גומלין בין יצורים חיים במערכת האקולוגית



# א. יחסי גומלין בין יצורים חיים במערכת האקולוגית

בבתי גידול חיים זה לצד זה יצורים חיים בני אותו מין ובני מינים שונים ומקיימים ביניהם **יחסי גומלין**. לקשרים ההדדיים הללו יש השפעות חיוביות או שליליות על היצורים החיים. יחסי גומלין אלה יכולים להתרחש בין פרטים בני אותו המין, ובמקרה כזה הם יכוננו יחסי גומלין תוך-מיניים. יחסי גומלין מתרחשים גם בין יצורים חיים בני מינים שונים, ואלה יכוננו יחסי גומלין בין-מיניים. דוגמאות ליחסי גומלין תוך-מיניים הם יחסי רבייה. כשמיין מתרבה ברבייה זוויתית, כדי להתרבות הוא זקוק לפרט נוסף, בדרך-כלל מהזווית האחר. דוגמאות נוספות הן יחסי הגומלין התוך-מיניים הקיימים בין פרטים בני אותו מין החיים יחד בקבוצה או בלהקה כחלק הכרחי בחייהם. חיים בקבוצה או בלהקה מקנים יתרונות רבים, ובהם הגנה ושיפור ביכולת להשיג מזון.

בין יצורים חיים בני מינים שונים בבתי גידול מתקיימים יחסי גומלין מסוגים שונים. בתמונות הבאות מוצגות דוגמאות של יחסי גומלין כאלה.



**יחסי גומלין מסוגים שונים:** פרפר על פרח, נמר ויעל, קרציה על פרווה של כלב

1. העתיקו את הטבלה הבאה והשלימו את הפרטים כפי שהם באים לידי ביטוי בכל אחת מהתמונות. פרטו מהי השפעתם של יחסי הגומלין על כל אחד מהיצורים המעורבים.

**טבלה מס' 1.** יחסי גומלין בין יצורים חיים

| מספר תמונה | היצורים המעורבים | תאור יחסי הגומלין                             | השפעת יחסי הגומלין על כל אחד מהיצורים המעורבים                 |
|------------|------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1          | פרפר, פרח        | הפרפר מקבל מזון מהפרח והפרח נעזר בפרפר להאבקה | הפרפר והפרח מקיימים מערכת יחסי גומלין שיש בה תועלת לכל אחד מהם |
|            |                  |                                               |                                                                |
|            |                  |                                               |                                                                |

2. האם אתם מכירים סוגים נוספים של יחסי גומלין בין יצורים החיים בסביבה? אם כן, ציינו אותם.  
 יחסי הגומלין בין המינים השונים המאכלסים בתי גידול הם רבים ומגוונים. נעסוק בעיקרים שבהם: טריפה, תחרות וחיי שיתוף. ליחסי הגומלין הללו ואחרים השפעה רבה על היבטים רבים במערכת האקולוגית, כמו: הרכב החברה, מספר המינים, גודל האוכלוסייה של כל מין, המבנה והארגון של רמות ההזנה ועוד.

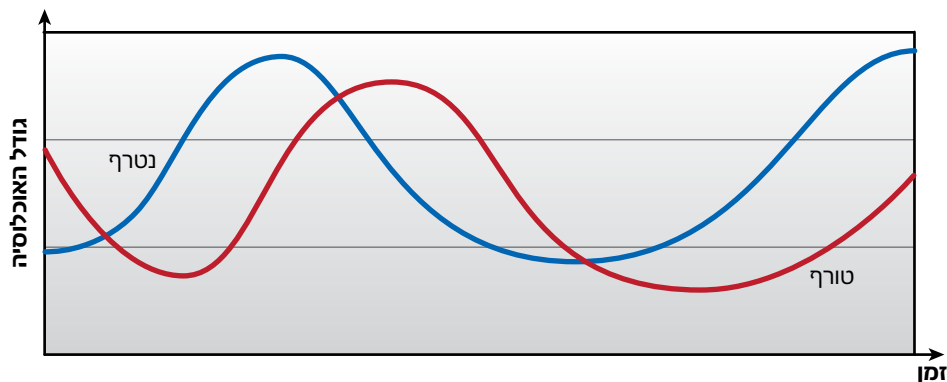
## טריפה

סוג נפוץ ביותר של יחסי גומלין בין היצורים החיים הם קשרי טורף-נטרף. בסוג זה מין אחד - הטורף אוכל את המין האחר, הנטרף. גודל האוכלוסייה של הטורף תלוי בגודל האוכלוסייה של הנטרף, ככל שיש יותר טורף, לטורף יש יותר מזון, הוא גדל ומתרבה ואוכלוסייתו גדלה. באותה מידה אוכלוסיית הנטרף מושפעת מאוכלוסיית הטורף. ככל שיש יותר טורפים הם לוכדים יותר טורף ואוכלוסיית הנטרף קטנה והיפך.



### פעילות 1: ניתוח גרף

הגרף שלפניכם מתאר את השתנותן לאורך זמן של אוכלוסיית הטורף ואוכלוסיית הנטרף, המקיימים ביניהם יחסי גומלין. עיינו בגרף וענו על השאלות הבאות:



1. מה מבטא הציר האנכי בגרף?
2. מה מבטא הציר האופקי בגרף?
3. תארו את השינויים המתרחשים עם הזמן באוכלוסיית הטורף.
4. תארו את השינויים המתרחשים עם הזמן באוכלוסיית הנטרף.
5. מה קורה לאוכלוסיית הטורף כאשר אוכלוסיית הנטרף גדלה? ומה קורה לה כאשר אוכלוסייתו קטנה?
6. מה יקרה אם אוכלוסיית הנטרף תקטן מאוד?
7. האם ייתכן מצב שבו אחד המינים ייכחד, הטורף או הנטרף? הסבירו.
8. האם ייתכן מצב שבו שני המינים ייכחדו? הסבירו.

## פעילות 2: משחק

בפעילות הבאה נלמד, דרך משחק, על גורמים שונים המשפיעים על טריפה. במודל שלנו לוח קרטון הוא בית הגידול. בבית גידול זה נמצאים חלזונות שאותם ידמו במודל פקקים של בקבוקי משקה מפלסטיק (או גפרורים או דסקיות קרטון) ומכרסם מסוים הניזון מחלזונות. את המכרסם ידמה תלמיד שעניו קשורות. על "המכרסם" "לטרוף" פקקים רבים ככל האפשר במשך דקה. טריפה פירושה איתור פקק על השולחן, לכידתו ביד אחת והכנסתו לכוס הנמצאת בידו השנייה של "הטורף".

**ציוד וחומרים:** טוש צבעוני; סרגל 30 ס"מ; לוח קרטון בגודל 100X70 ס"מ; פקקי פלסטיק של בקבוקי שתייה, לפחות 50 פקקים; גפרורים או דסקיות קרטון עגולות; שעון עצר; מטפחת לכיסוי העיניים; כוס פלסטיק.

### הוראות המשחק:

#### חלק א

- העתיקו את טבלה 2 למחברת.
- בעזרת סרגל חלקו את שטח לוח הקרטון ליחידות ששטחן 30x30 ס"מ. סמנו את גבולות המשבצות בטוש הצבעוני.
- פזרו בכל משבצת את הפקקים על-פי הרשום בטבלה 2. בשלב ראשון פקק אחד במשבצת.
- בחרו "טורף" מבין חברי הקבוצה, כסו את עיניו במטפחת ותנו בידו כוס פלסטיק.
- הובילו את הטורף אל השולחן, והפעילו את שעון העצר ברגע שיתחיל לטרוף. עליו לטרוף במשך דקה אחת בדיוק.
- בסיום הדקה ספרו כמה פקקים נמצאים בכוס, ורשמו זאת במקום המתאים בטבלה.
- חזרו על המשחק בצפיפויות הרשומות בטבלה (2 פקקים בכל משבצת, אחר-כך 4 פקקים בכל משבצת וכך הלאה עד 8 פקקים במשבצת).
- לאחר שסיימתם, ציירו גרף המתאר את הקשר בין צפיפות הטורף לבין עוצמת הטריפה.

**טבלה 2 - עוצמת הטריפה בצפיפויות שונות של טורף**

| מספר הניסוי | צפיפות הטורף<br>(מספר פקקים במשבצת) | עוצמת הטריפה<br>(מספר פקקים שנאספו בדקה) |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 1           | 1                                   |                                          |
| 2           | 2                                   |                                          |
| 3           | 4                                   |                                          |
| 4           | 6                                   |                                          |
| 5           | 8                                   |                                          |

## שאלות

1. תארו במילים את התוצאות המבוטאות בגרף.
2. לנטרפים בטבע כמה דרכים להימנע מטריפה, למשל בריחה או הטעיה של הטורף על-ידי הסוואה או התחפשות לטורף לא טעים, ועוד.
3. הציעו דרך שבה יוכל הטורף שלכם (הפקקים) להימנע מטריפה, וכתבו לאיזו דרך במציאות מתאים הפתרון שלכם. נסו את הדרך שהצעתם.

## חלק ב

1. עד כה בדקנו את השפעתו של טורף אחד על מספר הנטרפים בשטח. כעת נבדוק את השפעתם של כמה טורפים. לשם כך נבחר בצפיפות הגבוהה ביותר של הטורף (8 פקקים במשבצת), אולם נגדיל את מספר הטורפים.
  - א. בצעו את הניסוי בצפיפות המרבית כאשר שני תלמידים מכוסי עיניים משמשים טורפים. רשמו את התוצאות שהתקבלו בטבלה.
  - ב. חזרו על הניסוי, והפעם שלושה תלמידים מכוסי עיניים "יטרפו" פקקים. רשמו את התוצאות בטבלה.
  - ג. חזרו על הניסוי בפעם האחרונה, והפעם ארבעה תלמידים מכוסי עיניים "יטרפו" פקקים. רשמו את התוצאות בטבלה.

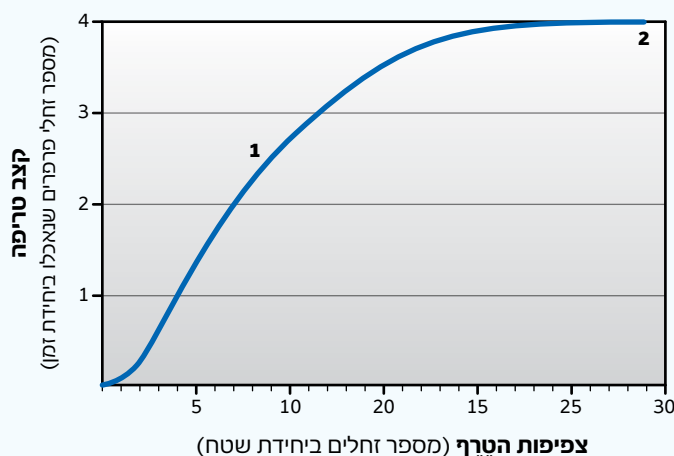
**טבלה 3:** עוצמת הטריפה וצפיפות הטורף (צפיפות הטורף: 8 במשבצת)

| מספר הניסוי | צפיפות הטורף (מספר פקקים בכל משבצת) | צפיפות הטורף (מספר התלמידים מכוסי עיניים המשתתפים בטריפה) | עוצמת הטריפה (מספר פקקים שאספו בדקה כל ה"טורפים") |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1           | 8                                   | 1                                                         | רשמו את התוצאה שקיבלתם בחלק א' של המשחק           |
| 2           | 8                                   | 2                                                         |                                                   |
| 3           | 8                                   | 3                                                         |                                                   |
| 4           | 8                                   | 4                                                         |                                                   |

2. שרטטו גרף המראה את הקשר בין כמות הטורפים לבין עוצמת הטריפה. מה אתם מסיקים מהתוצאות שקיבלתם?



לפניכם גרף המתאר את הקשר בין צפיפות הטֶרֶף לבין קצב הטריפה. הטורף הוא מין ציפור הנקראת סֶבֶכִי והטֶרֶף - זחלי פרפרים.



- א. מה מתאר הציר האנכי (ציר Y) ומה מתאר הציר האופקי (ציר X)?
- ב. שני חלקים בגרף מסומנים בספרות 1 ו-2. תארו את הקשר בין צפיפות הטֶרֶף לבין קצב הטריפה (כמות הזחלים שהציפור אוכלת ביחידת זמן) בכל אחד מחלקי הגרף.
- ג. האם נכונה הטענה שלפיה ככל שצפיפות הטֶרֶף גדולה, כך יטרוף הטורף יותר? נמקו את תשובתכם בהסתמך על הנתונים בגרף.
- ד. האם התוצאות שקיבלתם במשחק דומות למתואר בגרף?
- ה. לאיזה חלק במשחק מתייחס הגרף - לחלק א' או לחלק ב'? הסבירו.

טריפה היא דוגמה בולטת של יחסי גומלין בין מינים בבית גידול. יחסי טורף-נטרף הם מרכיב חשוב במערכת האקולוגית ויש להם השפעה רבה על המבנה שלה ועל תפקודה. בסוג זה של יחסי גומלין יצור אחד, הטורף, יוצא נשכר; ואילו היצור השני, הנטרף - נפגע. קיים קשר הדוק בין גודל אוכלוסיית הנטרף ובין גודל אוכלוסיית הטורף. הקשר הזה הוא מורכב ומתבטא במחזוריות בגודלן של אוכלוסיית הנטרף והטורף: עליות וירידות בגודל אוכלוסיית הטורף העוקבות בזמן אחר עליות וירידות בגודל אוכלוסיית הנטרף.

אולם קורה שמחזוריות זאת מופרת מסיבות שונות, וכמות הטֶרֶף בבית הגידול קטנה מאוד, או שכמות הטורפים בבית הגידול גדלה מאוד; או אז, התוצאות יכולות להיות קשות, ובהן היעלמות או הכחדה של הנטרף או של הטורף, ובמצבים קיצוניים אף התמוטטותה של המערכת האקולוגית כולה.



זאב



אייל



ארנבת

## זאבים ואיילים בקולורדו

מישור הקאיבאב (Kaibab) הוא אזור פראי במדינת קולורדו במרכז ארצות הברית. באזור זה חיו איילים וזאבים. כדי לעודד את גידול אוכלוסיית האיילים השמידו בתחילת המאה הקודמת (1920) את הזאבים, וציד האיילים באזור נאסר. בעקבות כך התחילה אוכלוסיית האיילים להתרבות בקצב מהיר, ובתוך עשר שנים גדלה האוכלוסייה מ-5,000 פרטים ל-30,000 פרטים. אז התברר שהצמחייה באזור החלה להידלדל ונצפתה תמותה רבה בקרב האיילים; בחורף קשה אחד מתו בבת אחת כ-80% מתוך 30,000 איילים. בשנות השלושים של המאה הקודמת הבינו הממונים על ניהול השטח מה התרחש. כדי למנוע את ההכחדה של אוכלוסיית האיילים עקב מחסור במזון החליטו להחליף את הטריפה הטבעית, שנעשתה בעבר על-ידי הזאבים, בציד מבוקר. ואז התייצבה המערכת האקולוגית.

## ארנבות באוסטרליה

בשנת 1840 הביאו אסירים מבריטניה שתיים-עשרה ארנבות ליבשת אוסטרליה. הארנבות התרבו בקצב מהיר מאוד, וב-1995 הוערך מספרן ב-300 מיליון פרטים! הארנבות מהוות בעיה אקולוגית חמורה באוסטרליה: הן גורמות נזקים כבדים לחקלאות, פוגעות בצמחייה הטבעית באזורים רבים, מתחרות במינים של חיות כיס מקומיות ואף דוחקות אותן מבתי הגידול שלהן. במרוצת השנים נעשו ניסיונות לצמצם את אוכלוסיית הארנבות על-ידי ציד מוגבר, אך ללא הועיל. אחת מהשיטות שהציעו לחיסול הארנבות היא הדבקת האוכלוסייה בנגיף הפוגע בפוריותן ועל-ידי כך מצמצם מאוד את התרבותן. ב-1996 החלו באוסטרליה בהדבקת הארנבות בנגיף. מבצע זה הוא אחד

הניסויים האקולוגיים הגדולים ביותר שנערכו אי פעם ולווה במחקר ובסקרים צמודים. התוצאות הראו שמספרן של הארנבות ירד בכ-95%! כתוצאה מכך החלו מינים רבים של צמחים לשגשג, מינים של בעלי חיים שהיו על סף היעלמות התרבו ואוכלוסייתם גדלה. כך למשל גדלה אוכלוסיית הקנגורו האפור פי שישה בתקופה קצרה מאוד. לעומת זאת נצפתה ירידה משמעותית באוכלוסיית חתולי הבר, שהם מין טורף, כנראה בשל היעלמות טרפם - הארנבות. האקולוגים מקווים כי החתולים יתרגלו למצב החדש, וימצאו להם מקורות מזון אחרים. למרות החששות לא נמצאו סימנים שהנגיף פגע בבעלי חיים אחרים.

אנשי רשויות הסביבה באוסטרליה מתכננים לבצע בשנים הקרובות מעקב ושחרור מבוקר של הנגיף, בשילוב אמצעים אחרים, כמו ציד והרס מחילות של הארנבות, כדי לנסות למנוע התאוששות של אוכלוסייה זו.

**שאלה:** יש הטוענים שאל לו לאדם להתערב במערכת האקולוגית ויש לתת לטבע לעשות את שלו. האם שני הקטעים שקראתם תומכים בגישה הזאת? נמקו.

## תחרות

יצורים חיים מנצלים לשם קיומם את המשאבים בסביבה, כמו אור, מים, מזון, מרחב, ועוד. לעתים קרובות כמות המשאבים בסביבה היא מוגבלת, ואז קיימת בין היצורים החיים תחרות על המשאבים הללו או על חלקם. התחרות על משאב יכולה להתקיים בין פרטים בני אותו מין (תחרות תוך-מינית), או בין פרטים בני מינים שונים (תחרות בין-מינית). הניסוי הבא ימחיש תחרות תוך-מינית בין נבטי צמחים מאותו מין.



### פעילות 3: תחרות תוך-מינית בצמחים

**מטרת הניסוי:** לבדוק יחסי גומלין המתפתחים בין צמחים ממין אחד הגדלים זה לצד זה בצפיפויות שונות. בעזרת הניסוי ננסה לענות על השאלה הבאה: מהי השפעת צפיפות נבטים מאותו מין (Species), על ההתפתחותם? לשם כך נזרע בעציצים זהים זרעים של צמח ממין אחד. בכל עציץ יהיה מספר אחר של זרעים. נעמיד את כל העציצים על שולחן מואר במעבדה, נשקה אותם בכמויות שוות של מים ונמתין שלושה שבועות עד להופעה של נבטים בעלי עלים.

**ציוד וחומרים:** עציצים קטנים או גביעים של מעדני חלב בגודל אחיד שתחתיתם חוררה במסמר; זרעים של אחד מהמינים הבאים: חומס, חיטה, כובע הנזיר, תירס, שעועית, טופח ריחני וכדומה; תערובת אדמה לעציצים; כפות חד-פעמיות; סרגלים או נייר מילימטרי; משורה של 50 מ"ל; כלי שטיפה; מגש פלסטיק; מאזניים; מי ברז; מדבקות נייר.

### מהלך הפעילות

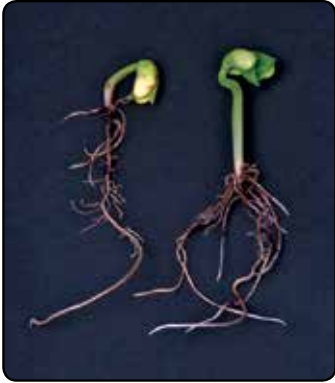
#### שלב א - זריעה

1. הדביקו על כל עציץ מדבקה ועליה מספר העציץ, על פי טבלה 4.
2. מלאו את העציצים באדמה עד לחצי הגובה.
3. פזרו את הזרעים על האדמה על-פי מספר הזרעים שנקבע בטבלה 4.
4. הוסיפו עוד אדמה, עד  $\frac{2}{3}$  מגובה העציץ.
5. בעזרת משורה, השקו את העציץ ב-25 מ"ל מי ברז.
6. העמידו את כל העציצים על מגש והניחו אותם על שולחן מואר במעבדה.
7. דאגו להשקות את העציצים בנפח שווה של מים אחת לכמה ימים לפי העונה עד שהזרעים ינבטו.

טבלה 4: תכולת העציצים

| עציץ מספר | סוג הזרעים ומספרם |
|-----------|-------------------|
| 1         | 12 זרעי חומס      |
| 2         | 6 זרעי חומס       |
| 3         | 3 זרעי חומס       |





נבטים של שעועית

## שלב ב - בדיקת הנבטים

המשך הניסוי יתרחש כאשר מהזרעים בעציץ ינבטו נבטים בעלי שני זוגות עלים. כל המדידות תתבצענה ביום אחד.

1. העתיקו למחברותיכם את טבלאות 5 א-ג.

**טבלאות 5 א-ג:** אורך החלקים העל-אדמתיים והתת-אדמתיים של הנבטים והמסה שלהם.

**טבלה 5א'.** מערכת א' - 3 זרעים בעציץ

| ממוצע | נבט 3 | נבט 2 | נבט 1 | מספר הנבט | מאפיינים                                     |
|-------|-------|-------|-------|-----------|----------------------------------------------|
|       |       |       |       |           |                                              |
|       |       |       |       |           | אורך החלק העל-אדמתי במ"מ                     |
|       |       |       |       |           | אורך החלק התת-אדמתי במ"מ                     |
|       |       |       |       |           | יחס של אורך חלק על-אדמתי / אורך חלק תת-אדמתי |
|       |       |       |       |           | מסה בגרם                                     |

**טבלה 5ב'.** מערכת ב' - 6 זרעים בעציץ

| ממוצע | נבט 6 | נבט 5 | נבט 4 | נבט 3 | נבט 2 | נבט 1 | מספר הנבט | מאפיינים                                     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------------------------------------------|
|       |       |       |       |       |       |       |           |                                              |
|       |       |       |       |       |       |       |           | אורך החלק העל-אדמתי במ"מ                     |
|       |       |       |       |       |       |       |           | אורך החלק התת-אדמתי במ"מ                     |
|       |       |       |       |       |       |       |           | יחס של אורך חלק על-אדמתי / אורך חלק תת-אדמתי |
|       |       |       |       |       |       |       |           | מסה בגרם                                     |

| מספר הנבט                                    | נבט 1 | נבט 2 | נבט 3 | נבט 4 | נבט 5 | נבט 6 | נבט 7 | נבט 8 | נבט 9 | נבט 10 | נבט 11 | נבט 12 | ממוצע |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| אורך החלק העל-אדמתי במ"מ                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |       |
| אורך החלק התת-אדמתי במ"מ                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |       |
| יחס של אורך חלק על-אדמתי / אורך חלק תת-אדמתי |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |       |
| מסה בגרם                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |       |

- הפכו את העציץ על מגש, פוררו בעדינות את האדמה, וחשפו את הנבטים שבתוכה. שטפו את הנבטים בעדינות בעזרת כלי השטיפה, נגבו אותם במגבת נייר.
- מדדו בסרגל את אורכו של החלק העל-אדמתי (החלק הירוק) של כל אחד מהנבטים ורשמו את התוצאה בטבלה המתאימה.
- באופן דומה מדדו את האורך של החלק התת-אדמתי (החלק הלבן) של כל נבט ורשמו את התוצאה בטבלה המתאימה.
- חשבו את האורך הממוצע של החלקים התת-אדמתיים ושל החלקים העל-אדמתיים ומצאו את היחס ביניהם. הוסיפו גם נתונים אלו בטורים המתאימים בכל טבלה.
- מדדו את המסה של כל אחד מהנבטים והוסיפו את תוצאות המדידה לטבלאות.
- חשבו את המסה הממוצעת של הנבטים בכל עציץ והוסיפו את הנתונים לטבלאות.
- העתיקו את טבלה 6 למחברת. רכזו בה את התוצאות המתאימות שקבלתם בשלוש מערכות הניסוי (טבלאות 5א-ג).

**טבלה 6:** ממוצע המסה והיחס הממוצע בין אורך החלקים העל-אדמתיים ובין אורך החלקים התת-אדמתיים של הנבטים בשלוש מערכות הניסוי

| צפיפות הזרעים  | יחס ממוצע של אורך חלק על-אדמתי / אורך חלק תת-אדמתי | מסה ממוצעת לנבט |
|----------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| 3 זרעים בעציץ  |                                                    |                 |
| 6 זרעים בעציץ  |                                                    |                 |
| 12 זרעים בעציץ |                                                    |                 |

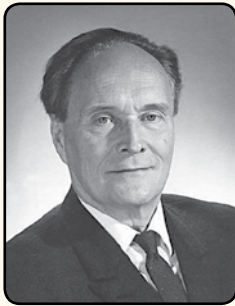


כדי לזהות תחרות משווים בין מצב שבו אין הגבלה בכמות המשאבים בסביבה לבין מצב שבו משאב אחד או יותר נמצאים בכמות מוגבלת.

1. מהם שני המדדים שנבחרו כדי לאפיין את גידול הנבטים?
2. על פי תוצאות הניסוי שבטבלה - סכמו:
  - א. מהו הקשר בין צפיפות הזרעים ליחס: אורך החלק העל-אדמתי של הנבט לאורך החלק התת-אדמתי שלו?
  - ב. מהו הקשר בין צפיפות הזרעים למסה של הנבטים?
  3. באילו מערכות בניסוי לא התקיימה תחרות? הסבירו את תשובותיכם.

## תחרות בין-מינית

אחד הניסויים הקלאסיים הממחיש בצורה משכנעת את קיומה של תחרות בין-מינית הוא הניסוי של גאוס (Gause).



### גיאורגי גאוס (Gause Georgyi Frantskevitch), 1910-1986

גאוס היה מדען רוסי שעבד באוניברסיטת מוסקבה. הוא עסק בעיקר בביולוגיה של אוכלוסיות של יצורים מיקרוסקופיים שאותם גידל בתרבויות במעבדה. ב-1932 הוא פרסם את עקרון הדחיקה התחרותית שהיה מבוסס על ניסויים שערך בתרבויות של מיני סנדליות שונים. תוצאות ניסויים אלה ואחרים שעשה על טריפה היו בסיס לבניית מודלים המתארים יחסי גומלין בין יצורים חיים במערכות אקולוגיות.

אחד היצורים שחקר גאוס היה הסנדלית (*Paramecium*).



סנדלית בטיפת מים (הגדלה פי 100)

### סנדלית (*Paramecium*)

סוג - *Paramecium*

משפחה - *Paramecidae*

סדרה - *Peniculida*

מחלקה - *Oligohumeophorea*

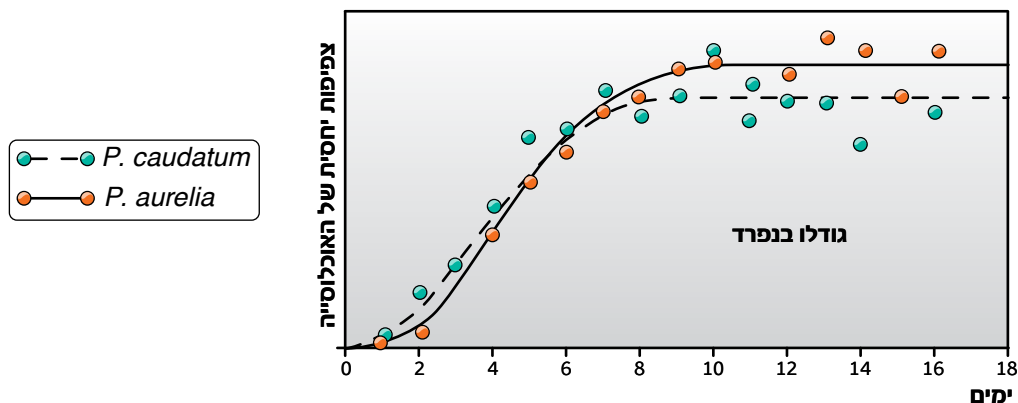
מערכה - *Ciliophora*

ממלכה - *Protista*

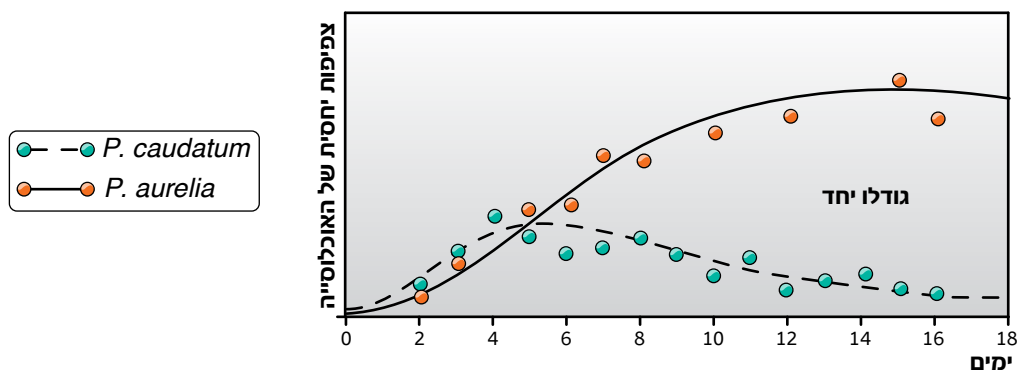
הסנדלית היא יצור חד-תאי. גודלה מגיע לכדי 250 מיקרון (0.25 מ"מ). היא נפוצה במקווי מים מתוקים ובעיקר במים עומדים. לגוף הסנדלית צורת סנדל, ומכאן שמה. כל שטח גופה החיצוני מכוסה בריסים המתנועעים ללא הפוגה ובעזרתם היא נעה. הסנדלית ניזונה מיצורים מיקרוסקופיים המצויים בתוך המים, כגון חיידקים, פטריות ואצות זעירות. מיני הסנדליות נחקרו רבות על-ידי ביולוגים.

גאוס גידל במעבדה שני מינים קרובים של סנדליות: המין הראשון נקרא *Paramecium caudatum*, והמין השני - *Paramecium aurelia*. באקווריום אחד הוא גידל את שני המינים יחד, באקווריום שני גידל בנפרד את המין *Paramecium caudatum* ובאקווריום השלישי גידל בנפרד את המין *Paramecium aurelia*. שלושת האקווריומים הונחו על מדף שעליו תאורת גאון, כמות המים בהם הייתה שווה וכך גם כמות המזון שסופקה לכל אקווריום. אחת ליום לקח החוקר דגימת מים בנפח שווה מכל אחד מהאקווריומים וספר כמה פרטים מכל מין מופיעים בדגימה. כך עשה במשך 21 ימים. את התוצאות הציג בגרפים הבאים.

**גרף 1.** השינוי במספר הפרטים של המין *Paramecium aurelia* ושל המין *Paramecium caudatum* כאשר כל מין גדל באקווריום נפרד.



**גרף 2.** השינוי במספר הפרטים של המין *Paramecium aurelia* ושל המין *Paramecium caudatum* כאשר שני המינים גודלו יחד.



1. מה מצוין הציר האנכי בכל אחד מהגרפים?
2. מה מצוין הציר האופקי בכל אחד מהגרפים?
3. אילו שינויים חלו במספר הפרטים של כל אחד משני מיני הסנדליות שגודלו בנפרד? תארו במילים.
4. אילו שינויים חלו במספר הפרטים של כל אחד משני המינים כאשר הם גודלו יחד?
5. מהן המסקנות שהנכם יכולים להסיק מתוצאות הניסוי של גאוס?

## על מינים פולשים ועל תחרות

מינים פולשים הם בעלי חיים, צמחים, פטריות ומיקרואורגניזמים שהיגרו לבית גידול חדש בסיוע ישיר או עקיף של האדם, שם הם התבססו, התפשטו, פגעו במינים מקומיים וגרמו לשינויים במערכת האקולוגית. ברחבי העולם כולו גורמות פעולות האדם השונות למעבר של מינים רבים של צמחים, בעלי חיים ומיקרואורגניזמים ממקום למקום. רוב המינים המהגרים ממקום למקום אינם שורדים במקומם החדש. רק מעטים מהם מצליחים להתבסס, להתרבות ולהתפשט לאזורים נוספים. כאשר התפשטותם משנה את בית הגידול ומשפיעה על המינים המקומיים, הם מוגדרים **מינים פולשים**. המינים הפולשים מתחרים עם המינים המקומיים על אותם המשאבים. ברוב המקרים הם דוחקים את המינים המקומיים וגורמים להכחדתם, וכך פוגעים במגוון הביולוגי. נתאר שני מינים פולשים שהתפשטו בארץ במידה רבה.

### דררה מצויה

**שם מדעי:** *Psittacula krameri*

**תפוצה מקורית בעולם:** הודו

**תפוצה בארץ:** רוב אזורי הארץ

**הגיעה לארץ:** שנות השישים של המאה העשרים



בוודאי נתקלתם בלהקה רעשנית של תוכים בצבע ירקרק העוברת ביעף מעל חורשה או מטע או אף בשדרות עצים בגנים ציבוריים בעיר. אלה הן הדררות. זהו מין של תוכי שתפוצתו המקורית בעולם היא בהודו. הוא הגיע לארץ בשנות

השישים של המאה העשרים. הדררה הובאה לארץ כחיית מחמד, וכפי הנראה ברחה או שוחררה מכלובים באזור גוש דן. היום היא נפוצה ברוב שטחי הארץ. הדררה הובאה לארצות רבות בעולם והתבססה בהן - והיא נחשבת למין פולש. הדררות ניזונות מפירות, מזרעים, מתפרחות ומצוף. הן שוכנות בסמוך ליישובי אדם או לגידולים חקלאיים. הן ידועות כמזיקות לגידולים חקלאיים שונים כדוגמת פקאנים ואפרסמונים. בהיותן מקננות בחורים יש חשש שהן דוחקות ציפורים אחרות שמקננות בהם, כמו הדוכיפת והנקר.

### מיינה מצויה

**שם מדעי:** *Acridotheres tristis*

**תפוצה מקורית בעולם:** הודו ודרום-מזרח אסיה

**תפוצה בארץ:** מצפון הנגב עד לעמקי הצפון

**הגיעה לארץ:** סוף שנות התשעים של המאה העשרים



מין פולש נוסף הוא המיינה המצויה, הדומה במראה ובגודלה לזרזיר ולשחרור. המיינות הובאו ארצה כחיות מחמד ושוחררו או ברחו מכלובים, כפי הנראה מאזור פארק הירקון. בתוך זמן קצר הן התפשטו מתל אביב לגוש דן ומשם לכל אזורי הארץ.

הן נמצאות בעיקר סביב מגורי אדם. המיינה היא אוכלת כול, מזונה מגוון וכולל זרעים, פירות, חרקים, שלשולים, צוף ועוד. קיימות עדויות ראשוניות לפגיעה של המיינות במינים שונים; ידוע כי הן מתחרות במינים מקומיים על מזון ועל אתרי קינון, מעבירות מלריה של עופות וגורמות נזק ליבולים חקלאיים.

מידע נוסף על מינים פולשים תוכלו לקרוא באתר [מינים פולשים](#) של קמפוס טבע, אוניברסיטת תל אביב.

## חיי שיתוף - סימביוזה

בבתי גידול מתקיימים יחסי גומלין אחרים נוסף על תחרות וטריפה. יחסי גומלין אלה מבוססים על חיי שיתוף של המינים. הם מחייבים קשר הדוק בין השותפים לתקופות זמן ארוכות, לעיתים בכל מהלך חייהם. לחיי השיתוף הללו קוראים **סימביוזה**.

**סימביוזה (Symbiosis)** פירושה בשפה היוונית לחיות יחד. זהו סוג של יחסי גומלין בין יצורים חיים ממינים שונים הנמצאים בצמידות, חיים יחד בקשר קבוע, הדוק ובשיתופיות. לעיתים אין המינים יכולים להתקיים באופן עצמאי.

נוהגים להבחין בין סוגים של חיי שיתוף בין מינים שונים של יצורים חיים על-פי מידת השיתופיות בין המשתתפים, על פי מידת הנזק שנגרם למשתתפים ועל-פי מידת התועלת שהם מפיקים מן הקשר ביניהם. סימביוזה קיימת בין צמחים ובעלי חיים, בין חיידקים וצמחים, בין פטריות וצמחים ובין בעלי חיים ובעלי חיים אחרים. להלן נכיר כמה מהסוגים השונים של חיי שיתוף הנפוצים במערכת האקולוגית.

### א. טפילות

בסוג זה של חיי שיתוף יצור אחד חי על יצור אחר או בתוכו ומשתמש בו כמקור מזון. המין החי על חשבון האחר נקרא **טפיל**, והמין שממנו הטפיל ניזון נקרא **פונדקאי**. למעשה הטפיל מנצל את הפונדקאי לצורכי קיומו, ברוב המקרים הוא גורם לו נזק ולעיתים אף גורם למותו. הטפיל בדרך כלל קטן בממדי גופו מהפונדקאי, ויש התאמה של הטפיל לפונדקאי שלו. קיימת תלות של הטפיל בפונדקאי; ברוב המקרים הטפיל איננו יכול להתקיים ללא הפונדקאי ואילו הפונדקאי יכול לחיות בלעדי הטפיל.

בפרק 2 הזכרנו טפילות בצמחים. בטבע קיימות דוגמאות רבות של טפילות בין מיני צמחים, בין מיני בעלי חיים, בין מיני צמחים לבין מיני בעלי חיים ואף בין פטריות לצמחים ובין פטריות לבעלי חיים. יש טפילים ממחלקות שונות, כמו חד-תאיים (Protozoa), תולעים ממינים שונים, חרקים ועוד.

טפילים רבים הם מחוללי מחלות (פתוגנים). הפונדקאי משמש לטפילים הפתוגנים בית גידול ומקור מזון - והנזק הנגרם לו מוגדר כמחלה. רוב הטפילים הפתוגנים קטנים מהפונדקאים שלהם ותלויים בהם תלות מוחלטת.

הטפילים העיקריים הם חיידקים, נגיפים ופטריות. יש צמחים טפילים חסרי כלורופיל התלויים לחלוטין בצמח הפונדקאי כמקור לפחמן, למים ולמינרלים. מינים רבים של פטריות הן טפילות על גידולים חקלאיים וגורמות נזק רב לגידולים אלה ולחקלאים המגדלים אותם. מינים שונים של כנימות הן טפילות על צמחים וגורמות להן נזק רב. דוגמאות נפוצות של טפילות הן הקרציה והכלב, הכינה והאדם.

## הפלסמודיום, יתוש האנופלס ומחלת המלריה

הפלסמודיום (*Plasmodium*) הוא טפיל חד-תאי המתאכסן בשני פונדקאים: נקבת יתוש האנופלס (*Anopheles*) והאדם. טפיל זה הוא הגורם לאחת המחלות הנפוצות והקטלניות בימינו, המלריה, המכונה גם קדחת הביצות.

מהי מלריה?

את מחלת המלריה תיאר עוד במאה הרביעית לפני הספירה היפוקרטס (377-460 לפנה"ס), רופא יווני הנחשב לאבי הרפואה המערבית. שמה ניתן לה בימי הביניים, ופירושו באיטלקית אוויר רע (*mal aria*), שכן אנשים שחיו באותה התקופה האמינו שהיא נגרמת מהאוויר הרע העולה מן הביצות. המלריה היא אחת המחלות הקשות ביותר השכיחות במדינות עולם שלישי, ונחשבת לאחד מגורמי התמותה העיקריים בעולם. בשנת 2002 נדבקו בה כ-400 מיליון איש ברחבי העולם, רובם ביבשת אפריקה, וכשלושה מיליון מהם נפטרו.

תסמיני המלריה מופיעים במחזוריות, בהתאמה למחזור חייו של הטפיל, וכוללים חום גבוה, רעד, כאבי פרקים, כאבי ראש עזים, הקאות העשויות להכיל דם, הזעה מרובה, צמרמורות, שלשולים, כאבי בטן והרגשה כללית לא טובה. תסביכי המלריה כוללים תרדמת, ואף מוות בעשרים אחוזים לערך ממקרי המלריה שאינה מטופלת. ראוי להדגיש כי ילדים צעירים פגיעים במיוחד.

מחזור חייו של הפלסמודיום והקשר שלו למחלת המלריה הוא מרתק:



נקבת יתוש האנופלס

נקבת יתוש האנופלס זקוקה לדם אדם לצורך ייצור ביציה והבשלתן. זכר האנופלס אינו זקוק לדם ואינו עוקץ. הפלסמודיום מתפתח אפוא בגופה של נקבת יתוש האנופלס ומתיישב בצורת תא ביצה מופרה (**זיגוטה**) בבלוטות הרוק שלה. כאשר נקבת יתוש האנופלס הנושאת את הטפיל עוקצת אדם כדי למצוץ את דמו, היא מחדירה אותו לגופו. הטפילים המוזרקים לתוך זרם הדם של האדם נישאים אל הכבד. שם הם תוקפים תאי דם אדומים ומתרבים בתוכם. תאי הדם המזוהמים מתפוצצים, ומהם משתחררים תאי רבייה של הטפיל לדם, ואלה תוקפים שוב תאי דם אדומים.

השלבים הללו במחזור חייו של הפלסמודיום - התפוצצות תאי הדם האדומים והתפשטות הטפיל - יכולים להישנות פעמים רבות. אלו השלבים שבהם עולה חומו של האדם הנגוע והוא נתקף צמרמורות האופייניות למחלת המלריה.

**זיגוטה** - תא ביצה מופרה הנוצר מהתלכדות של תא רבייה זכרי (תא זרע) עם תא רבייה נקבי (תא ביצה) כתוצאה מהפריה. הזיגוטה היא התא הראשוני, ממנו, במהלך ההתפתחות העוברית, נוצר יצור רב-תאי.



אם הפונדקאי האנושי שוב נעקץ בשלב זה, הפעם תאי הרבייה של הטפיל נשאבים לקיבתו של היתוש. בקיבה מתרחשת הפריה, הזיגוטות שנוצרות מתרבות **ברבייה אל-זוויגית** ועוברות אל בלוטות הרוק, מוכנות להזרקה אל פונדקאי אנושי אחר - ובכך משלים הפלסמודיום את מחזור חייו.

מחלת המלריה קשורה למפעל הציוני ולראשית ההתיישבות בארץ. מאז תחילת ההתיישבות הציונית בארץ-ישראל הייתה המלריה בעיה רפואית קשה, בעיקר בשל ריבוי הביצות שבהן התרבו יתושי האנופלס. רבים מן המתיישבים לקו בה, ולא מעטים איבדו את חייהם. באותה העת כבר היה ידוע כי יתושי האנופלס המטילים את ביציהם בביצות הם נשאי המחלה, והמאבק במלריה התמקד בראש ובראשונה בייבוש הביצות. בשנות ה-80 של המאה התשע עשרה סברו כי עץ האיקליפטוס מסייע בייבוש ביצות, הודות לצריכת המים הגבוהה שלו. במקומות שונים בארץ, כמו בחדרה, אנחנו מוצאים חורשות גדולות של איקליפטוסים שנטעו באותה תקופה והן עדות למלחמה במלריה.

דרכי הטיפול הטובות ביותר במחלה הן מניעה, הדברה, חיסון והימנעות ממגע עם יתושים במקומות נגועים. תרופת הכינין שהומצאה בידי אינדיאנים מפרו מועילה לחולים שכבר נדבקו במחלה, אבל אינה יכולה למנוע את ההידבקות. תרופת הכינין הוחלפה בימינו בתרופות סינתטיות. דרך התמודדות נוספת עם המלריה היא הדברה ביולוגית, כלומר פגיעה בזחלי היתושים על-ידי יצורים חיים אחרים, כמו דגי הגמבוזיה האוכלים אותם, או הדבקתם בחיידקים הפוגעים בהם.

זה חמישים שנה אין בישראל מלריה מקומית. כמעט אין יתושי אנופלס ואין חולים שמהם יקבלו היתושים את הטפיל. עם זאת, מדי שנה מאובחנים בישראל כמה עשרות חולים, רובם עולים מאפריקה, ומיעוטם תרמילאים ששבו מהמזרח הרחוק ומאפריקה, בדרך כלל כאלו שלא הקפידו על טיפול מתאים בזמן שהותם באזורים נגועים.

**רבייה אל-זוויגית** - רבייה שבה מעורב הורה אחד, ובה מועבר כל החומר התורשתי מהורה זה אל צאצאיו. צאצאים שנוצרו ברבייה אל-זוויגית זהים בתכונותיהם להורה וגם זה לזה.

## ב. הדדיות



חזזיות

בסוג זה של שותפות שני השותפים יוצאים נשכרים. החיים של שני המינים יחד מביאים תועלת לשניהם. במקרים מסוימים השותפות חזקה כל-כך עד ששני השותפים אינם יכולים להתקיים בנפרד.

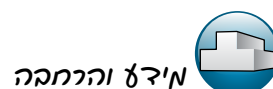
להלן דוגמאות ליחסי גומלין מסוג הדדיות:

החזזית היא יצור חי המורכב מאצה ופטרייה החיים יחד בקשר הדוק מאוד. האצה בחזזית מייצרת מזון בתהליך הפוטוסינתזה וממנו נהנית גם הפטרייה, ואילו הפטרייה קולטת בעזרת הקורים שלה מים ומינרלים ומאפשרת לאצה סביבה לחה ועשירה במינרלים להם היא זקוקה.

הצירוף של אצה ופטרייה מקנה לחזזית כושר לחיות בתנאים קיצוניים: אפשר למצוא חזזיות במדבריות קרים בקטבים, ביערות טרופיים בתנאי חום ולחות גבוהים, בערבות ובמדבריות חמים ויבשים, על פסגות הרים גבוהים בתנאים של רוחות חזקות וקור עז ובאזורי חוף ים הנתונים לרסס של מים מלוחים.

בקרבת עץ האורן גדלה פטרייה הנקראת אורנייה מצויה (שם מדעי: *Suillus granulatus*). קורי האורנייה סופחים מים ומינרלים מהקרקע, הם מקיפים את שורשי עץ האורן וכך הם מגדילים את יכולתם של שורשי האורן לקלוט מים ויסודות מזינים. הפטרייה מקבלת מהשורשים של האורן תרכובות אורגניות הנוצרות בתהליך הפוטוסינתזה שהעץ עושה ושהועברו מהעלים אל השורשים.

דוגמה נוספת להדדיות היא יחסי גומלין בין הפרחים למאביקים שלהם. הפרחים מספקים למאביקים, מינים שונים של חרקים וציפורים, צוף ואבקה; ואילו המאביקים מעבירים את האבקה מפרח לפרח ובתוך כך מסייעים לרבייה של הצמחים.



אידיע והנחמה

## ג. קומנסליזם



לא תמיד יחסי הגומלין גורמים נזק לאחד השותפים. יש שיחסי הגומלין בין יצורים חיים מיטיבים עם אחד השותפים ולא גורמים נזק לשותף האחר. למשל, ביערות הגשם צפיפות הצמחייה גבוהה מאוד וכמות האור החודרת מבין צמרות העצים היא קטנה. מינים רבים של צמחים מטפסים על גזעיהם של עצים וכך מגיעים למעלה לקלוט אור שמש. במקרה זה המטפס נהנה, ואינו מזיק לצמח שעליו הוא נשען.

בימים הפתוחים ובאוקיינוסים חי מין קטן של דג הנקרא דֶּבֶק. בדג זה סנפיר הגב הפך לכפתור הצמדה. בעזרת כפתור זה הדֶּבֶק נצמד לגופו של הכריש וכך הוא "תופס" טרמפ" עליו. היצמדות הדג לגופו של הכריש אינה מפריעה לו ואינה מזיקה, ודג הדֶּבֶק יוצא נשכר בכך שהוא יכול לנוע מרחקים ארוכים ללא השקעת אנרגיה ואף לזכות בהגנה בגלל היותו צמוד לכריש. לסוג זה של חיי שיתוף שבהם יצור אחד מפיק תועלת ויצור אחר אינו ניזוק קוראים **קומנסליזם**.

# ב. גורמים המשפיעים על גודל אוכלוסייה

גודל האוכלוסייה (מספר הפרטים) של מין מסוים בבית הגידול עשוי להשתנות בגלל גורמים שונים ומגוונים. אקולוגים העוסקים בחקר בתי גידול ומערכות אקולוגיות מתעניינים בגודל האוכלוסיות בבית הגידול ובהבנת הגורמים המביאים לשינויים בגודלן. נתונים מסוג זה יכולים לספק מידע על מצבה ועל יציבותה של המערכת האקולוגית. להלן מוצגים מחקרים שבדקו גורמים שונים הקשורים לגודל אוכלוסייה.

**מחקר 1:** במחקר זה ספרו את מספר העופות המקננים ביחידת שטח שגודלה 400 דונם בבתי גידול שונים. ממצאי המחקר מוצגים בטבלה 7.

טבלה 7: תוצאות ספירת קינון עופות בבתי גידול שונים

| מספר זוגות מקננים<br>(ליחידת שטח 400 דונם <sup>1</sup> ) | מאפיינים                                                                                                                                      | בית הגידול     |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 22                                                       | מעט משקעים, פחות מ- 200 מ"מ בשנה, יורדים בעיקר בחורף. צמחייה דלילה בעיקר עשבים ושיחים.                                                        | מדבר           |
| 581                                                      | אזור גשום מאוד, כמות משקעים שנתיית עד 4,000 מ"מ לשנה הגשמים יורדים כל השנה. צמחייה צפופה ומגוונת (עצים, מטפסים ועשבים).                       | יער טרופי      |
| 320                                                      | כמות משקעים בינונית 600 - 1200 מ"מ לשנה. גשמים יורדים בעיקר בחורף. עצים ושיחים בצפיפות בינונית בין העצים והשיחים צומחים מיני צמחים חד שנתיים. | חורש ים תיכוני |

■ אילו מסקנות ניתן להסיק מממצאי המחקר המופיעים בטבלה 7?

**מחקר 2:** במחקר זה בדקו אוכלוסיות של צבי לבן זנב. מין זה ניזון מעשב וחי בעדרים גדולים באזורי מרעה השונים זה מזה באיכותם. איכות אזור מרעה נקבעת על פי המאפיינים הבאים: כמות עשב ליחידת שטח, עסיסיות העשב ואחוז חומרי המזון שבו. במחקר בדקו את אחוז הנקבות בהריון (מכלל הנקבות) בעדרים החיים באזורי מרעה שונים.

טבלה 8: השפעת איכות המרעה על הריון של נקבות של המין צבי לבן זנב (*Odocoileus virginianus*)

| האזור | איכות המרעה | אחוז הנקבות בהריון | מספר ממוצע של עוברים לנקבה |
|-------|-------------|--------------------|----------------------------|
| A     | טובה מאוד   | 94                 | 1.7                        |
| B     | טובה        | 92                 | 1.5                        |
| C     | בינונית     | 87                 | 1.4                        |
| D     | בינונית     | 86                 | 1.3                        |
| E     | גרועה       | 79                 | 1.1                        |

■ אילו מסקנות ניתן להסיק מממצאי המחקר המופיעים בטבלה 8?

1. דונם = יחידת שטח השווה בגודלה ל- 1000 מ"ר.

**מחקר 3:** במחקר זה בדקו חלזונות ממין שבלולית המדבר הגדלים בנגב. במחקר נבדק הקשר בין מספר החלזונות שחיים ביחידת שטח לבין מספר הביצים שכל חלזון מטיל בהטלה אחת.

**טבלה 9:** הקשר בין צפיפות (מספר פרטים ליחידת שטח) החלזונות מהמין שבלולית המדבר, (*Trochoida seetzeni*) לבין מספר הביצים שכל פרט מטיל בהטלה אחת.

| מספר הביצים להטלה | צפיפות החלזונות (מספר פרטים למ"ר) |
|-------------------|-----------------------------------|
| 45                | 2                                 |
| 40                | 3                                 |
| 30                | 6                                 |

מממצאי המחקר אנחנו למדעים שבאזור שבו צפיפות החלזונות מהמין שבלולית המדבר הייתה קטנה מספר הביצים בכל הטלה היה גדול ובמקומות בהן הייתה צפיפות החלזונות גדולה מספר הביצים בכל הטלה היה קטן.

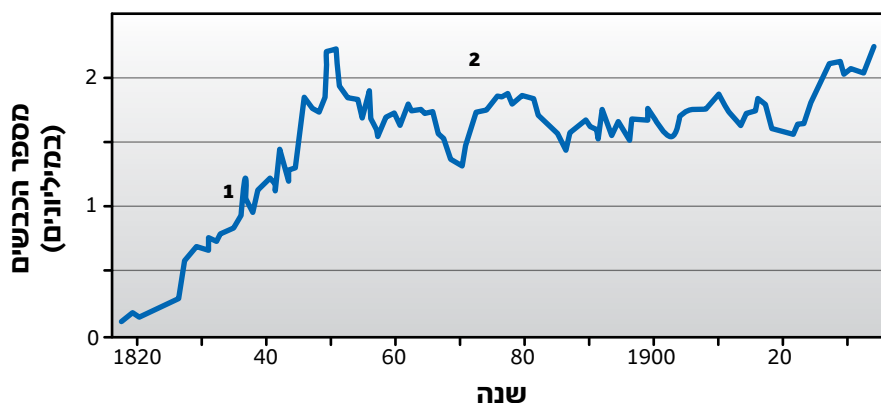
■ כיצד לדעתכם אפשר להסביר את הקשר בין צפיפות הפרטים לבין מספר הביצים בהטלה אחת?

הממצאים בשלושת המחקרים הללו מצביעים על שלושה גורמים המשפיעים על גודל האוכלוסייה: כמות המזון, טיב המזון ומרחב המחיה.

גם יחסי הגומלין בין יצורים חיים בבית הגידול כמו: טריפה, תחרות תוך מינית ובין מינית, טפילות, משפיעים, כפי שלמדנו בפרקים הקודמים, על גודל האוכלוסייה.

תחום נוסף בעל עניין וחשיבות הוא מעקב אחר השתנות גודל האוכלוסיות בבית הגידול לאורך זמן. הגרף הבא מתאר את השינוי במספר הכבשים באי טסמניה שבאוסטרליה מאז שהובאו על ידי האדם בתחילת המאה ה-19.

**גרף 3:** השינוי במספר הכבשים באי טסמניה שבאוסטרליה מאז שהובאו על ידי המתיישבים הלבנים בתחילת המאה ה-19



בשנים הראשונות להבאתן לאי קצב גידול האוכלוסייה של הכבשים היה מהיר, ראו בקטע הגרף המסומן בספרה 1. בשלב מסוים האוכלוסייה הגיעה לשיא גודלה ומכאן ואילך גודל האוכלוסייה של הכבשים נע סביב גודל מסוים ראו בקטע הגרף המסומן בספרה 2.

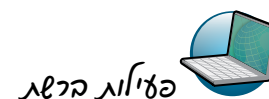


1. הסבירו כיצד המשתנים שנבדקו במחקרים שהוזכרו: מספר העופות המקננים במחקר הראשון, אחוז הנקבות בהריון של מין הצבי לבן זנב, במחקר השני וגודל ההטלה של שבלולית המדבר במחקר השלישי קשורים לגודל אוכלוסייה.
2. עיינו בגרף 3 המתאר את הגידול של אוכלוסיית הכבשים באי טסמניה מאז הבאתם על ידי האדם בתחילת המאה ה-19 וענו על השאלות הבאות:
  - א. מהו הגודל המקסימלי אליו הגיעה אוכלוסיית הכבשים באי?
  - ב. תוך כמה שנים הגיעה אוכלוסיית הכבשים לגודל זה?
  - ג. מהם התנאים שאפשרו את הגידול המהיר של אוכלוסיית הכבשים באי כפי שמתואר בחלק הגרף המסומן בספרה 1?
  - ד. החלק בגרף המסומן בספרה 2 מתאר תנודות בגודל אוכלוסיית הכבשים באי טסמניה. הציעו הסבר לתנודות הללו.
  - ה. כיצד יראה הגרף אם תפרוץ מחלה שתפגע בעדרי הכבשים ותגרום למותם של מאות אלפים? הסבירו את תשובתכם.
3. כושר התרבות ועמידות למחלות של הפרטים באוכלוסיות שונות הינם גורמים נוספים המשפיעים על גודל האוכלוסייה. הסבירו כיצד כל אחד משני הגורמים הללו משפיע על גודל האוכלוסייה, פרטו והציגו דוגמאות.
4. כיצד מינים פולשים עלולים להשפיע על גודל אוכלוסיות של מינים מקומיים? הסבירו והציגו דוגמאות נוספות על אלו שבפרק.

לעיתים מתרחשים בסביבה שינויים המשפיעים באופן קיצוני על גודל אוכלוסייה של מין מסוים. למשל שריפה גדולה ביער, דוגמת השריפה בכרמל המכונה "האסון בכרמל" שהייתה בדצמבר 2010, או פגיעה במיני הצמחים או בעלי החיים בבית הגידול על ידי מזיק אלים במיוחד.

לאדם יש השפעה משמעותית ביותר על גודלן של אוכלוסיות בבתי הגידול. תהליכי פיתוח כמו: סלילת כבישים, הכשרת אזורים טבעיים לבנייה, לחקלאות ולצרכים אחרים גורמים לפגיעה בבתי הגידול ובמיני הצומח ובעלי החיים המאכלסים אותם. דייג אינטנסיבי או ציד בלתי מבוקר הן דוגמאות נוספות של השפעת האדם על גודל האוכלוסיות במערכת האקולוגית. השפעות כאלה ודומות להן גורמות להקטנת גודל האוכלוסיות של מינים שונים לממדים כאלה המעמידים את המשך קיומם בסכנה או להכחדתם המלאה.

אוכלוסיות העומדות על סף הכחדה מסוגלות להתאושש ולחזור לממדים יציבים. גם במקרה זה יש לאדם תפקיד חשוב בהתאוששותן של אוכלוסיות שנפגעו ובהשבתם של מינים שנכחדו מאזור מסוים.



על פרויקט מיוחד בו פעילות תושבים הביאה לשימור עדר צבאים בשטח פתוח בלב העיר ירושלים קראו [באתר החוברת](#).

## ג. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ לעובדה שיצורים חיים מתקיימים יחד בבית גידול יש יתרונות; חיים יחד של פרטים בני אותו מין מאפשרים התרבות, דאגה לצאצאים, הגנה מפני טורפים וכדומה. חיים יחד של יצורים חיים בני מינים שונים מאפשרים מעבר של חומרים ואנרגיה בתוך המערכת האקולוגית, שבלעדיהם לא ייתכן קיום חיים.
- ✓ בין היצורים החיים בתוך המערכת האקולוגית מתקיימים יחסי גומלין מסוגים שונים, שאותם מדע האקולוגיה חוקר ובהם הוא דן.
- ✓ יחסי הגומלין שהכרנו הם טריפה, תחרות תוך-מינית ובין-מינית וחיי שיתוף (סימביוזה).
- ✓ נוהגים להבחין בין סוגים של חיי שיתוף בין מינים שונים של יצורים חיים על-פי מידת השיתופיות בין המשתתפים, על-פי מידת הנזק שנגרם למשתתפים ועל-פי מידת התועלת שהמשתתפים מפיקים מן הקשר ביניהם.
- ✓ ליחסי הגומלין בין היצורים החיים במערכת האקולוגית יש השפעה רבה על הרכב המערכת האקולוגית ועל תפקודה. הם משפיעים על הרכב המינים, ועל גודל האוכלוסייה של כל מין בחברה.
- ✓ הטבלה הבאה מסכמת את המאפיינים של כל אחד מיחסי הגומלין שלמדנו:

**טבלה 7 - יחסי הגומלין בין המינים במערכת האקולוגית**

| התוצאות                                                                                                                                                            | סוג יחסי הגומלין |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|
| אוכלוסיית הטורף גדלה ובעקבות כך אוכלוסיית הנטרף קטנה. הירידה בגודל אוכלוסיית הנטרף מביאה בעקבותיה ירידה בגודל אוכלוסיית הטורף וכך אוכלוסיית הנטרף גדלה וחוזר חלילה | טריפה            | 1 |
| ירידה בגודל האוכלוסייה של שני המינים המתחרים                                                                                                                       | תחרות            | 2 |
| אוכלוסיית הטפיל גדלה ואוכלוסיית הפונדקאי קטנה                                                                                                                      | טפילות           | 3 |
| אוכלוסיית מין אחד גדלה ואוכלוסיית המין השני אינה מושפעת                                                                                                            | קומנסליזם        | 4 |
| אוכלוסיות שני המינים גדלות                                                                                                                                         | הדדיות           | 5 |

- ✓ ישנם גורמים נוספים, מלבד יחסי הגומלין בין היצורים החיים, המשפיעים על גודל האוכלוסייה של המינים השונים בבית הגידול. תנאי האקלים בבית הגידול; כמות המשאבים העומדת לרשות היצורים החיים; כושר ההתרבות של הפרטים; עמידות למחלות ולמזיקים; יכולת ההגירה של הפרטים ממקום למקום ועוד...

## שאלות סיכום

1. כאשר פרות הולכות בשדה, הן מבריחות חרקים מן הצמחייה שלרגליהן. לעתים אנפיות הבקר מתלוות אל הפרות וניזונות מחרקים אלו. איזה סוג של יחסי הגומלין מתקיים בין הפרות לבין אנפיות הבקר?
  - א. טפילות
  - ב. תחרות
  - ג. טריפה
  - ד. קומנסליזם
2. לעתים קרובות רואים עופות עומדים על צוואריהן של ג'ירפות באפריקה. עופות אלו ניזונים מחרקים שמוצצים את דם הג'ירפה.
  - א. איזה סוג של יחסי גומלין מתקיים בין העופות לבין הג'ירפות?
  - א. תחרות
  - ב. טריפה
  - ג. הדדיות
  - ד. טפילות
  - II. איזה סוג של יחסי גומלין מתקיים בין החרקים לבין הג'ירפות?
  - א. תחרות
  - ב. טריפה
  - ג. הדדיות
  - ד. טפילות
3. לבית גידול שחי בו מין מסוים של חיפושיות הכניסו חרקים ממין אחר. לאחר זמן-מה ירד מספר החיפושיות בבית הגידול. איזה סוג של יחסי גומלין בין החיפושיות ובין החרקים מהמין האחר יכול היה להוביל לירידה במספר החיפושיות?
  - א. תחרות
  - ב. סימביוזה מסוג הדדיות
  - ג. סימביוזה מסוג קומנסליזם
  - ד. אף אחד מיחסי הגומלין האלה
4. הביאו דוגמאות של יחסי טפילות שאתם מכירים וציינו מי המין הטפיל ומיהו הפונדקאי.
5. אחד התלמידים הביא כדוגמה לטפילות את החיידקים הגורמים מחלות בגופנו. האם הדוגמה נכונה? הסבירו.
6. מהם ההבדלים בין טריפה לבין טפילות? ציינו לפחות שני הבדלים.



7. את יחסי הגומלין בין היצורים החיים בבית גידול אפשר למיין על-פי השפעת הקשר על כל אחד מהמינים:  
 + השפעה חיובית; - השפעה שלילית; 0 אין השפעה  
 העתיקו את הטבלה למחברת ורשמו בטורים המתאימים את ההשפעה על כל מין בכל אחד מיחסי הגומלין.  
 ראו דוגמה בטבלה במקרה של טריפה.

**טבלה 8 - השפעת הקשר בין יצורים חיים שיש ביניהם יחסי גומלין**

| סוג יחסי הגומלין | מין א' | מין ב' |
|------------------|--------|--------|
| טריפה            | +      | -      |
| תחרות            |        |        |
| טפילות           |        |        |
| קומנסליזם        |        |        |
| הדדיות           |        |        |

# סיווג קבוצות הסיכון של חומרים מוכנים

| סמלי הקבוצה                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                     |                                                                                       | מספר קבוצת הסיכון | שם קבוצת הסיכון            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|   |   |    | 1                 | חומרי נפץ                  |
|                                                                                    |                                                                                    |    | 2                 | גזים                       |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                     |                                                                                       | 3                 | נוזלים דליקים              |
|                                                                                    |                                                                                    |    | 4                 | חומרים מסוכנים במגע עם:    |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                     |    | 5                 | חומרים מחמצנים             |
|                                                                                  |                                                                                  |  | 6                 | חומרים רעילים              |
|                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                       | 7                 | חומרים רדיואקטיביים        |
|                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                       | 8                 | חומרים קורוזיביים (מאכלים) |
|                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                       | 9                 | חומרים מסוכנים שונים       |
|                                                                                  |                                                                                  |  |                   | חומר דליק                  |
|                                                                                  |                                                                                  |  |                   | חומר דליק ביותר            |
|                                                                                  |                                                                                  |  |                   | מסוכן לסביבה               |