

עֶרְכָּה לַמּוֹרָה

לַתַּכְנוּן הַוּרָאָה – לַמִּידָה – הָעֶרְכָּה (ה.ל.ה.)

בנושא:
רבייה ותורשה
לכיתה ח'

צוות הפיתוח:
ד"ר סמדר רייספלד
אפרת דיין
ד"ר נורית קינן
ד"ר רחל מינץ

5 ספטמבר 2010

טיוטה

תוכן העניינים

3	מבוא.....
4	מבדק ידע קודם.....
9	רקע מדעי כללי.....
	תת-נושא 1: דרכי רבייה והורשת תכונות
10	מטרות.....
11	מיפוי ורקע מדעי.....
17	הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, קשיים ודרכי התמודדות).....
21	טבלת תכנון ה.ל.ה.
22	דף פעילות 1.....
	תת-נושא 2: הפריה
25	מטרות.....
25	רקע מדעי.....
30	הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, קשיים ודרכי התמודדות).....
34	טבלת תכנון ה.ל.ה.
	תת-נושא 3: התפתחות העוברים והצאצאים
35	מטרות.....
35	רקע מדעי.....
42	הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, קשיים ודרכי התמודדות).....
46	טבלת תכנון ה.ל.ה.
47	דף פעילות 2.....
	תת-נושא 4: התבגרות ומציאת בני זוג
49	מטרות.....
49	רקע מדעי.....
56	הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, קשיים ודרכי התמודדות).....
58	טבלת תכנון ה.ל.ה.
59	חומרי למידה ומקורות מידע
	פריטי הערכה
60	טבלת מיפוי פריטי הערכה.....
64	פריטי הערכה לתת נושא 1: דרכי רבייה והורשת תכונות.....
68	פריטי הערכה לתת נושא 2: הפריה.....
73	פריטי הערכה לתת נושא 3: התפתחות העוברים והצאצאים.....
78	פריטי הערכה לתת נושא 4: מציאת בני זוג.....
82	תשובונים לפריטי הערכה.....

מבוא לערכה

ערכת ה.ל.ה (הוראה-למידה-הערכה) זו מיועדת למורה למדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים לצורך תכנון, יישום והערכה של הוראה ולמידה של הנושא "רבייה ותורשה". ערכת ה.ל.ה מיועדת להפעלה במסגרת תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בחט"ב ומתבססת על חומרי למידה קיימים המאפשרים על ידי משרד החינוך, בד בבד עם הפניות מתאימות לחומרים אלו. לפיכך, הערכה אינה תחליף לחומרי הלמידה הקיימים. הערכה כוללת חומר רקע מדעי (תכנים ומיומנויות), דגשים דידקטיים לתכנון הוראה ולמידה, המלצות על פעילויות מפתח ומאגר ממיון של פריטי הערכה לשימוש לצורכי הוראה ומשוב.

מטרת-העל של הוראת הנושא

התלמידים יבינו שהמשך קיומם של היצורים החיים תלוי ברבייה, יקשרו בין הרבייה להעברת המידע התורשתי מדור לדור ויכירו מושגים, עקרונות ותהליכים הקשורים לרבייה בבעלי חיים, בצמחים ובאדם.

רעיונות מרכזיים

1. רבייה היא אחד ממאפייני החיים.
2. ברבייה, החומר התורשתי האחראי לתכונות השונות, מועבר מדור לדור.
3. יש שתי דרכי רבייה: רבייה אל-זוויגית ורבייה זוויגית. ברבייה אל-זוויגית הצאצא מקבל מידע תורשתי מהורה אחד, וברבייה זוויגית הוא מקבל מידע תורשתי משני הורים – זכר ונקבה.
4. קיימת התאמה בין אברי הרבייה לבין תפקידם, וכן בין צורות הרבייה לבין סביבת החיים של היצורים החיים.
5. יכולותיו הטכנולוגיות של האדם מאפשרות לו להתערב בתהליכי הרבייה של יצורים שונים לתועלתו.

תת-נושאים ומושגים

מושגים	תת-נושאים
זוויג, תכונה תורשתית, תכונה נרכשת, דנ"א, מידע תורשתי, חומר תורשתי, כרומוזום, תא זרע, תא ביצה, רבייה זוויגית, רבייה אל-זוויגית, מיטוזה, מיוזה (חלוקת הפחתה)	1. דרכי רבייה והורשת תכונות • חשיבות הרבייה להמשכיות קיום המין • חי מוֹצֵאוֹ מִחַי – יצורים חיים נוצרים תמיד מיצורים חיים שקדמו להם • הבדלים בין תכונות תורשתיות לבין תכונות נרכשות • רבייה אל-זוויגית ורבייה זוויגית – מנגנונים, הבדלים, יתרונות וחסרונות

הפריה, זיגוטה (ביצה מופרית), עובר, תאי גזע, השרשה, הפריה מלאכותית, הדגרה מלאכותית, פרח וחלקיו, האבקה	2. הפריה • הבדלים בין תא זרע לבין תא ביצה • הפריה חיצונית ופנימית, התנאים הדרושים להפריה • מבנה הפרח, דרכי האבקה והפריה בצמחים • התערבות האדם בתהליכי ההפריה של בעלי חיים, של צמחים ושל עצמו.
עובר, תאי גזע, התמיינות, השרשה, היריון, מי שפיר, שליה, זרע, שורשון ונצרון, גוזל, אפרוח, גלגול, הפצת זרעים	3. התפתחות העובר והצאצאים • התפתחות העובר באדם ובבעלי חיים – חלוקת תאים והתמיינותם, התנאים הדרושים להתפתחות העובר ומקום התפתחות העובר (בתוך ביצים ובתוך גוף האם) • התפתחות העובר בצמחים • הפצת זרעים • התערבות האדם בהתפתחות העובר • הסכנות האורבות לעוברים ולצאצאים • הקשר בין מספר הצאצאים לבין מידת הטיפול ההורי בהם • גלגול בדו-חיים ובחרקים
סימני זיווג משניים, הורמונים, המחזור החודשי, וסת, האבקה	4. התבגרות ומציאת בני זוג • מערכות הרבייה של הזכר ושל הנקבה באדם – מבנה המערכות והבשלתן בתקופת ההתבגרות • סימני זיווג ראשוניים ומשניים • מחזור הביוץ והווסת • הקשר בין רבייה לבין עונות השנה • מציאת בני זוג בעזרת ערוצי תקשורת שונים • המפגש בין הזכר לבין הנקבה בצמחים

ידע קודם נדרש

ידע מוקדם בנושא מאפייני החיים, הנלמד בבית הספר היסודי.

ידע בנושא מחזור החיים של הצמח, הכולל היכרות מפורטת עם: אברי הצמח, חלקי הפרח, שלב ההאבקה, ההתפתחות מפרח לפרי, סוגי זרעים ודרכי הפצתם, תהליך הנביטה והתנאים הדרושים לנביטה.

היכרות עם דוגמות מרביית בעלי חיים, הנוגעות בעיקר לעונות רבייה, לדרכי יצירת הצאצאים, לטיפול בצאצאים ולדרך שבה אוכלוסייה גדלה.

מבדק למיפוי ידע קודם

עם תחילת ההוראה, יש לבדוק את מידת ההיכרות עם הידע הקודם הנדרש: המושגים והתהליכים הרשומים בסעיף הקודם. אפשר לבדוק זאת דרך שיחה מקדימה בכיתה, ובעזרת שאלות ההערכה האלה:

1. לפניכם רשימה של היגדים.

סמנו בנוגע לכל היגד אם הוא נכון או לא נכון:

- א. רוב מיני היצורים החיים מתרבים, אך לא כולם נכון / לא נכון
- ב. יש יצורים חיים שמתרבים, אך אין להם שני הורים נכון / לא נכון
- ג. בעלי חיים נוצרים תמיד מבעלי חיים שקדמו להם נכון / לא נכון
- ד. צמחים נוצרים תמיד מצמחים שקדמו להם נכון / לא נכון
- ה. חיידקים נוצרים תמיד מחיידקים שקדמו להם נכון / לא נכון
- ו. רק פרטים השייכים לאותו המין יכולים להעמיד צאצאים פוריים נכון / לא נכון
- ז. אסור להשאיר חלב מחוץ למקרר, כי הוא יוצר חיידקים נכון / לא נכון

2. כאשר חרק עובר מפרח לפרח, מה הוא מעביר?

- א. צוף
- ב. אבקנים
- ג. גרגרי אבקה
- ד. זרעים

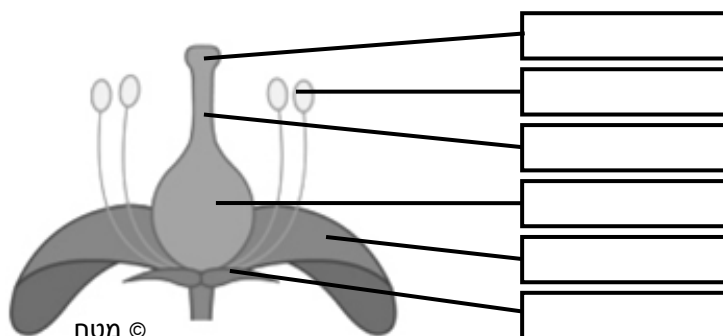
3. לאחר שהואבקו הפרחים, מה יתפתח על אותם הצמחים במקום שהיו בו הפרחים?

- א. צוף
- ב. פירות
- ג. ניצנים
- ד. עלים

4. מה תפקידם של עלי הכותרת הצבעוניים של הפרחים?

- א. עוזרים בתהליך ייצור המזון בצמח
- ב. מגנים על הפרח מפני מזיקים שונים
- ג. משמשים בתור חלקים אוגרי מזון בצמח
- ד. מושכים בעלי חיים לצורך התרבות

5. לפניכם איור של פרח. כתבו את שמות חלקיו בתוך המלבנים המתאימים.



6. לפניכם שלבים בהתפתחות של צמח.

מספרו את השלבים בסדר הנכון :

נביטה 1

פיזור זרעים _____

פריחה _____

גדילה _____

הבשלת פרי _____

7. לפניכם שלושה תיאורים של סדר השלבים במחזור החיים של הצמח.

סמנו ליד כל תיאור אם הוא נכון או לא נכון :

א. פרי ← נבט ← זרע ← צמח בוגר נכון / לא נכון

ב. זרע ← נבט ← פרי ← צמח בוגר נכון / לא נכון

ג. זרע ← נבט ← צמח בוגר ← פרי נכון / לא נכון

8. עץ השיזף בגינה של רועי לא פרח השנה.

מה יקרה עקב כך?

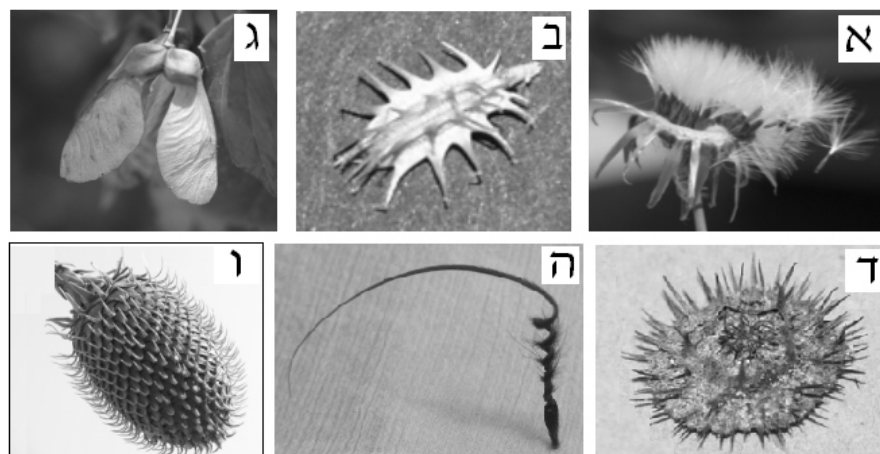
א. על העץ יתפתחו פירות בלא זרעים

ב. השנה כלל לא יתפתחו פירות על העץ

ג. קליפת הפירות תהיה קשה ומחוספסת

ד. הפירות ינשרו מן העץ לפני הבשלתם

9. לפניכם צילומי פירות וזרעים של צמחים שונים.



© ד"ר נורית קינן, מטח

I. רשמו את כל אלו שמותאמים להפצה על ידי רוח : _____

II. רשמו את כל אלו שמותאמים להפצה על ידי בעלי-חיים : _____

III. רשמו את כל אלו שמותאמים להפצה עצמית : _____

10. בנוגע לכל משפט, ציינו אם הוא נכון או לא נכון:

- א. גם בצמחים יש זכר ונקבה נכון / לא נכון
- ב. עובר הוא אחד משלבי ההתפתחות במחזור החיים של האדם נכון / לא נכון
- ג. עובר הוא אחד משלבי ההתפתחות במחזור החיים של בעלי חיים נכון / לא נכון
- ד. עובר הוא אחד משלבי ההתפתחות במחזור החיים של הצמחים נכון / לא נכון
- ה. רוב בעלי החיים, שיש להם צאצאים רבים, מטפלים בהם זמן רב נכון / לא נכון

11. לפניכם רשימה של תכונות שונות באדם.

סמנו ליד כל תכונה אם היא תורשתית או נרכשת.

- א. התפתחות מקור בציפורים תורשתית / נרכשת
- ב. צליעה בעקבות מכה תורשתית / נרכשת
- ג. מספר עלי הכותרת בפרח תורשתית / נרכשת
- ד. מספר החוליות בצוואר הגירף תורשתית / נרכשת
- ה. שליטה בשפה האנגלית תורשתית / נרכשת
- ו. צבע העיניים באדם תורשתית / נרכשת

12. אישה שהתעוורה בילדותה בעקבות תאונה, נמצאת עכשיו בהיריון.

האם גם התינוק שייוולד לה צפוי להיות עיוור?

- א. לא, כי הפגיעה הייתה לפני ההיריון.
- ב. כן, כי הפגיעה הייתה לפני ההיריון.
- ג. לא, כי הפגיעה נגרמה בגלל התאונה.
- ד. כן, כי הפגיעה היא קשה, ולכן עוברת בתורשה.

13. לפניכם טבלה המתארת את הרבייה של בעלי חיים מקבוצות שונות.

השלימו את הטבלה בעזרת מחסן המילים (אפשר להשתמש באותה מילה יותר מפעם אחת):

מחסן המילים: בגוף האם, בתוך ביצה, המלטה, בקיעה, טיפול ממושך, אין טיפול, הרבה, מעט

יונקים	עופות	זוחלים	דגים	
				היכן העובר מתפתח?
				דרך יציאת העובר לעולם
				טיפול בצאצאים
				מספר הצאצאים בכל המלטה/הטלה

14. בשקית הקמח הופיעו חרקים קטנטנים. יעל טוענת כי בדקה את השקית וראתה שהיא סגורה היטב, ולכן אפשר לומר בוודאות שהחרקים נוצרו מן הקמח.

מה דעתכם על מסקנתה של יעל? הסבירו תשובתכם: _____

15. הסבירו את החשיבות של תהליך הרבייה לעולם החי. _____

תשובונים לשאלות המבדק למיפוי הידע המוקדם:

מס' פריט	תשובה
1	א - לא נכון; ב - נכון; ג - נכון; ד - נכון; ה - נכון; ו - נכון; ז - לא נכון
2	תשובה ג
3	תשובה ב
4	תשובה ד
5	1- עלה כותרת, 2 - אבקן, 3 - צלקת, 4 - עלי
6	1 - זרע, 2 - נבט, 3 - צמח צעיר, 4 - צמח נושא פרחים, 5 - צמח נושא פירות
7	א - לא נכון, ב - לא נכון, ג - נכון
8	תשובה ב
9	הפצה ע"י הרוח: א, ג. הפצה ע"י בעלי חיים: ב, ד, ו. הפצה עצמית: ה
10	א - נכון; ב - נכון; ג - נכון; ד - נכון; ה - לא נכון
11	א - תורשתית; ב - נרכשת; ג - תורשתית; ד - תורשתית; ה - נרכשת; ו - תורשתית
12	תשובה ג
13	לפי עמודות: דגים : בתוך ביצה, בקיעה, אין טיפול, הרבה. זוחלים : בתוך ביצה, בקיעה, אין טיפול, הרבה. עופות : בתוך ביצה, בקיעה, טיפול ממושך, מעט. יונקים : בגוף האם, המלטה, טיפול ממושך, מעט.
14	יעל טועה, כי חי מוצאו מחי. הביצים הוטלו על ידי נקבת החרק לפני שהשקית נסגרה.
15	הרבייה מאפשרת להעמיד צאצאים ואת המשך הקיום של מיני היצורים החיים.

רקע מדעי כללי

תוחלת החיים של כל יצור היא מוגבלת, אך הודות לתהליך הרבייה ולצאצאים שהיצורים מעמידים דור אחרי דור, יש המשכיות של חיים בעולמנו.

ערכה זו עוסקת ברבייה בתור מאפיין חיים, ובהורשה של תכונות מהורים לצאצאים. לאורך כל ההוראה של הנושא חשוב להדגיש את העקרונות הביולוגיים הבאים:

- הרבייה הכרחית להמשך קיום המין**, בעוד שמאפייני חיים אחרים הכרחיים להישרדותו של הפרט (חילוף חומרים ואנרגיה, תנועה, הכושר להגיב לגירויים, וכדומה). הישרדותו של מין (species) תלויה לא רק ביכולתם של הפרטים לשרוד אלא גם ביכולתם להעמיד צאצאים. משום כך, גם אם היצור אינו שורד זמן רב לאחר שמילא את תפקידו ברבייה, המין ממשיך להתקיים. לדוגמה: פרפרים רבים (כמו טוואי המשל) חיים ימים ספורים בלבד, אבל במהלך חייהם הקצרצרים הם מספיקים להזדווג ולהטיל ביצים, שמהן יבקע הדור הבא; נקבת גמל שלמה טורפת את הזכר עם תום ההזדווגות, ויש הטוענים שלפעמים אפילו במהלכה, אך אחר כך היא מטילה ביצים שהופרו בזרעו ועוד.
- למרות השוני הגדול בצורות הרבייה של מינים שונים, יש **אחידות** רבה בשלבי הרבייה הזוויגית ובתנאים הדרושים לקיומה. לדוגמה: בכל היצורים החיים (בעלי החיים, הצמחים וגם האדם) שלב ההפריה מתקיים תמיד בסביבה לחה; בכולם קיים דמיון בתהליכים העיקריים המעצבים את העובר (חלוקת תאים והתמיינותם) ועוד.
- למינים שונים יש צורות רבייה שונות, אך תמיד יש **התאמה בין צורת הרבייה לבין סביבת החיים** של המין. לדוגמה: ההפריה של בעלי חיים יבשתיים שמתרבים בסביבה יבשה, היא פנימית ולא חיצונית. ההפריה הפנימית מספקת את הסביבה הלחה הנחוצה להפריה; כדי למצוא בני זוג לצורך רבייה, הלווייתנים נעזרים בערוץ קולי, שהוא היעיל ביותר להעברת מסרים במים למרחק רב ועוד.
- המבנה של אברי הגוף של יצורים חיים מותאם לתפקידם ברבייה**. לדוגמה, לצפרדע זכר יש באזור הלחיים שני שקי עור שהוא מנפח כאשר הוא מחזר אחרי הנקבה; בגופן של נקבות היונקים יש בלוטות חלב המזינות את הצאצאים בתקופת חייהם הראשונה ועוד.

חלק הארי של הערכה מוקדש לרבייה זוויגית, שבה משתתפים שני בני זוג. כל תת-פרק מוקדש לשלב אחר בתהליך הרבייה: הפריה, התפתחות העובר והצאצאים, התבגרות הצאצאים והדרכים למציאת בני זוג כדי להמשיך את הרבייה.

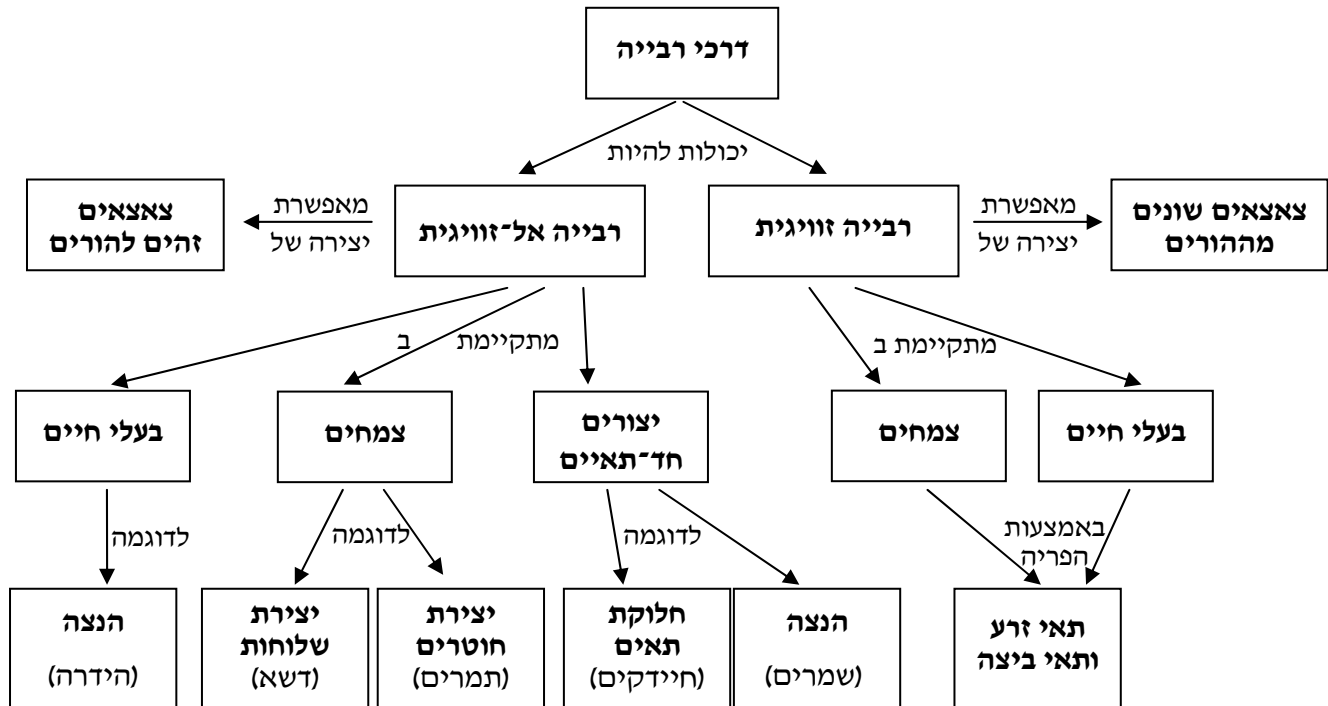
תת-נושא 1: דרכי רבייה והורשת תכונות

מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)

- התלמידים יקשרו בין תהליך הרבייה להמשך קיום המין.
- התלמידים יבינו שהעברת המידע התורשתי מהורים לצאצאים נעשית בתהליך הרבייה.
- התלמידים ינתחו ניסויים המוכיחים כי חי מוצאו מחי.
- התלמידים ידעו שהחומר התורשתי הוא הדנ"א, והוא המרכיב העיקרי של הכרומוזומים.
- התלמידים יקשרו בין המושגים: תכונה, דנ"א, גנים, כרומוזומים, ויבינו את ההבדלים ביניהם.
- התלמידים ידעו שאחדות מתכונות היצורים הן מולדות ואחרות – נרכשות. רק התכונות המולדות עוברות בתורשה מהורים לצאצאים.
- התלמידים יבחינו בין רבייה זוויגית לבין רבייה אל-זוויגית, וישוו ביניהן.
- התלמידים יכירו את חלוקת המיטוזה, המתרחשת ברבייה אל-זוויגית, שבסיומה כל אחד מתאי הבת מכיל אותה כמות של חומר תורשתי כמו בתא ההורה – התא המקורי.
- התלמידים יכירו את חלוקת ההפחטה (מיוזה), המתקיימת ברבייה הזוויגית, שבסיומה כל אחד מתאי הבת (תאי המין) מכיל רק מחצית מכמות החומר התורשתי שבתא המקורי.
- התלמידים יעשו תצפיות ביצורים חיים, ויכירו דוגמות ליצורים המתרבים בדרכי הרבייה השונות.
- התלמידים יכירו דרכי רבייה שונות, ויבנו מפת מושגים של דרכי הרבייה השונות.
- מהתצפיות ומהמידע שיאספו, יסיקו התלמידים שברבייה אל-זוויגית הצאצאים זהים זה לזה ולהוריהם בתכונותיהם (למעט מקרים של מוטציות), ושבברבייה זוויגית הצאצאים דומים זה לזה ולהוריהם, אך אינם זהים בתכונותיהם.

רקע מדעי

מפת מושגים: דרכי רבייה ביצורים חיים



מין וזוויג

למילה **מין** בעברית יש שני מובנים, ויש להבחין ביניהם:

א. **תכונה ביולוגית המבחינה בין זכר לנקבה.** המילים המתאימות למשמעות זו באנגלית הן **sex** או **gender**. בעברית הקדישו למשמעות זו מילה מיוחדת: **זוויג** (מין ביולוגי). לדוגמה, כאשר אנשים מתבקשים לציין בשאלון את המין – זכר או נקבה, הם צריכים, בעצם, לציין את הזוויג.

ב. **קבוצת מין.** המילה המתאימה למשמעות זו באנגלית היא **species**. רק יצורים השייכים לאותו **המין** יכולים להתרבות זה עם זה ולהעמיד צאצאים פוריים. יצורים השייכים למינים שונים אינם יכולים להתרבות ביניהם או שהצאצאים שלהם אינם פוריים. לדוגמה, **חתול ביצות** ו**חתול חולות** אינם יכולים להתרבות זה עם זה כי הם מינים שונים (אפילו ששניהם שייכים לסוג חתול); אמנם, סוס וחמור יכולים להתרבות זה עם זה, אך משום שהם מינים שונים, הצאצאים שלהם – הפרדים – אינם פוריים.

תכונות תורשתיות ותכונות נרכשות

לכל **יצור** יש תכונות המאפיינות אותו. בין התכונות אפשר לזהות תכונות המתבטאות במראה החיצוני או במבנה הגוף, תכונות שקשורות לתהליכים המתרחשים בגוף, ותכונות הקשורות להתנהגות. בתכונות אחדות אפשר להבחין דרך החושים (לדוגמה, צבע העיניים), ובתכונות אחרות אפשר להבחין רק על ידי בדיקות שונות

(לדוגמה, סוג הדם). יש תכונות המאפיינות את כל הפרטים של קבוצה כלשהי (לדוגמה, קיומן של נוצות בקבוצת העופות), ויש תכונות המאפיינות רק מקצת הפרטים (לדוגמה, צבע עיניים כחול).

תכונות מסוימות של כל יצור הן תורשתיות ותכונות אחרות הן תכונות נרכשות.

תכונות תורשתיות נקבעות על ידי מידע מסוים בדנ"א של הפרט (ראו להלן: החומר התורשתי). דוגמות לתכונות תורשתיות: צורת האוזניים, גודל האף, צבע העיניים, רגישות לגלוקס.

תכונות נרכשות אינן נקבעות על ידי הדנ"א והן מוקנות לפרט או שהפרט רוכש אותן לעצמו במהלך החיים, בהשפעתם של תנאי סביבה מסוימים (כגון תרופות, מזון, חינוך והרגלים). יש תכונות שנרכשות בעקבות חשיפה פסיבית לתנאים מסוימים כגון גון עור שחום בעקבות חשיפה לשמש, ויש תכונות נרכשות, שעל הפרט לפעול במכוון כדי לגרום להופעתן כגון פיתוח שרירים, רכישת השכלה או אילוף של בעל חיים.

בני האדם נולדים כשברשותם הכושר (הפוטנציאל) לדבר, להבין, לקרוא ולכתוב – אלו הן תכונות תורשתיות. אך דיבור, קריאה וכתביה בשפה ייחודית – אלו הן תכונות נרכשות. לדוגמה, ידיעת השפה העברית תלויה בכך שהאדם ילמד אותה ממשפחתו או בבית ספר ללימוד עברית. היא אינה מאפיינת בהכרח את הוריו של הפרט, ומובן שהיא לא תעבור לצאצאיו בתורשה. למידת עברית אינה כרוכה בשינוי כלשהו בדנ"א.

רק התכונות התורשתיות (ולא הנרכשות) עוברות בתורשה מהורים לצאצאיהם.

מה הקשר בין תכונות, כרומוזומים והחומר התורשתי?

התכונות התורשתיות של כל יצור נקבעות על פי המידע המצוי בחומר התורשתי שלו. החומר התורשתי של כל היצורים החיים נקרא: **דנ"א**. בחיידקים הוא מפוזר בכל התא, ואילו בבעלי חיים ובצמחים הוא מרוכז בגרעין התא וארוז בגופיפים צרים וארוכים שנקראים **כרומוזומים**. הכרומוזומים מופיעים בזוגות (כרומוזומים הומולוגים). כל זוג כרומוזומים הומולוגים דומים זה לזה בהרכבם ובגודלם, והם שונים מן הזוגות האחרים. כל כרומוזום מכיל מולקולה אחת ארוכה של דנ"א. במולקולה הארוכה אפשר לזהות מקטעים, שבכל אחד מהם יש מידע על תכונה (או על חלק של תכונה). מקטעי דנ"א אלו נקראים **גנים**. במילים אחרות, כל תכונה נקבעת על ידי המידע שנמצא בגן, המצוי בדנ"א שבכרומוזום.

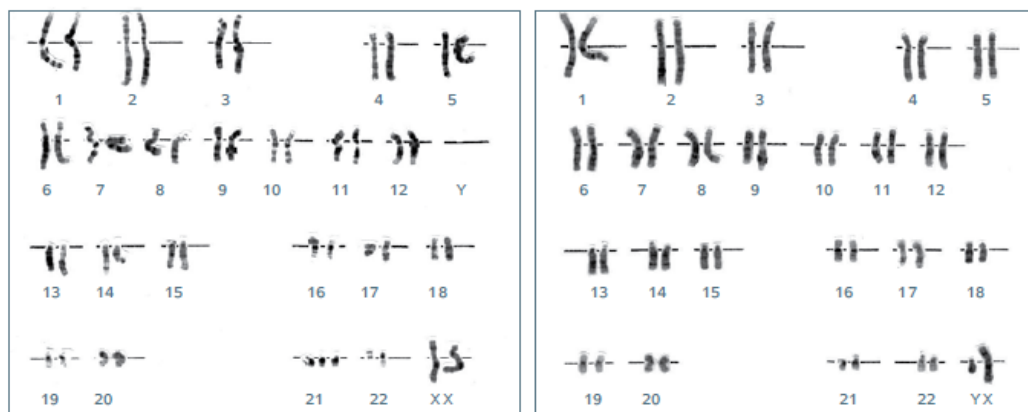


בפרק [המסע אל ה-DNA](#) שבאתר [גנאטיקה](#), יש הדמיה טובה של רמות ארגון הדנ"א בתא.

בדרך כלל, הדנ"א (המידע שבגנים) מועבר מדור לדור בלא שינוי, אך לעתים חל שינוי בדנ"א (שינוי בגן). שינוי כזה נקרא **מוטציה**. בעקבות המוטציה יכול לחול שינוי בתכונה תורשתית שנקבעת על ידי קטע הדנ"א (הגן) שהשתנה. מוטציות יכולות להיגרם בהשפעת קרינת השמש, עשן סיגריות ועוד. למינים שונים של יצורים חיים יש מספר שונה של כרומוזומים.

מין	מספר הכרומוזומים בכל תא גוף
זבוב פירות	8
חיטה	42
אדם	46
סוס	64
קרפיון	104

שינוי במספר הכרומוזומים בתאי הגוף גורם לתסמונות שונות כגון **תסמונת דאון**. אצל בעלי תסמונת דאון, במקום שיהיו בתאים זוג כרומוזומים שמספרם 21 (מבין 23 זוגות), יש בהם שלושה כרומוזומים כאלה, והתסמונת עלולה להיות קשורה לפיגור שכלי. בטבלת ה.ל.ה. יש הפניה למשימה בנושא **תסמונת דאון**.



כרומוזומים מתאי גוף של אדם (זכר מימין ונקבה משמאל), שצולמו במיקרוסקופ אלקטרוני. שימו לב שהנקבה היא בעלת תסמונת דאון, כי יש בתאיה 3 העתקים של כרומוזום מספר 21. מתוך הספר *חידת התורשה* (מהדורה מורחבת), עמ' 25, 27.

כאמור, הכרומוזומים מופיעים **בתאי הגוף** בזוגות (כרומוזומים הומולוגים). בהמשך הלימוד נראה, שתאי **הרבייה** (תאי הזרע ותאי הביצה) מכילים רק נציג אחד (הומולוג אחד) מכל זוג. מכאן, שמספר הכרומוזומים בתאי הרבייה הוא מחצית ממספרם בשאר תאי הגוף של כל יצור. לדוגמה, בתאי רבייה של זבוב הפירות יש ארבעה כרומוזומים (לעומת שמונה בכל שאר תאי גופו), ובתאי הרבייה של האדם – 23 בלבד (לעומת 46 בכל שאר התאים).

אחד מזוגות הכרומוזומים המצויים בתא הוא מיוחד: זהו זוג **כרומוזומי הזוויג**, שקובעים את הזוויג של הפרט (אם הוא זכר או נקבה). באדם, שני כרומוזומי הזוויג שונים זה מזה בצורתם ובגודלם: אחד גדול ונקרא **כרומוזום X**, ואחד קטן ונקרא **כרומוזום Y**. תאי הזכר מכילים כרומוזום X וכרומוזום Y. כלומר, הרכב כרומוזומי הזוויג בתא הזכר הוא: XY. הרכב כרומוזומי הזוויג בתא הנקבה הוא: XX.

העברת המידע התורשתי מדור לדור בתהליך הרבייה

בתהליך הרבייה, היצורים מעבירים לצאצאיהם את החומר התורשתי שלהם – הדנ"א – וכך מעבירים להם את הגנים, כלומר, את תכונותיהם התורשתיות.

יש שתי דרכים לרבייה: רבייה אל-זוויגית ורבייה זוויגית.

ברבייה אל-זוויגית לכל צאצא יש הורה אחד, וכל הצאצאים זהים זה לזה וזהים גם להורה שלהם. בדרך הפשוטה של הרבייה האל-זוויגית, יצור חד-תאי מתחלק לשניים. שני תאי הבת – שני הצאצאים – זהים זה לזה במידע התורשתי שלהם ובתכונותיהם התורשתיות, והם זהים גם להורה (לתא המקורי שהתחלק לשניים). זו דרך הרבייה של חיידקים, של שמרים ושל יצורים חד-תאיים אחרים. דרך הרבייה האל-זוויגית המורכבת יותר מתרחשת בעיקר בצמחים ונקראת **רבייה וגטיבית**. חלק מגופו של ההורה (תא בודד או קבוצת תאים) נפרד ממנו ומתפתח ליצור עצמאי. גם במקרה כזה הצאצא זהה להורה בתכונותיו התורשתיות. דוגמות לרבייה אל-זוויגית בצמחים (רבייה וגטיבית): **שלוחות** (דשא, תות שדה), **פקעות** (תפוחי אדמה), **בצלים** (בצל גינה, חצב, שום), **הנצה** (ניצנית, אגבה) ו**חוטרנים** (בננה, תמר).

חקלאים וגנני נוי נוהגים לנצל את הרבייה האל-זוויגית בצמחים כדי לקבל במהירות מספר רב של צמחים זהים זה לזה. יש לכך יתרון כלכלי גדול. הם משתמשים ב**שלוחות** (לדוגמה, חותכים צמח דשא לחלקים ושותלים אותם. כל חלק מצמיח שלוחות, וכך הדשא מתרבה במהירות); ב**חוטרנים** (לדוגמה, מגדלי תמרים קושרים שק מסביב לחוטר [ענף הצומח סמוך לשורש] של העץ. כאשר החוטר מצמיח שורשים, הם מנתקים אותו מצמח האם ושותלים אותו באדמה) ו**בייחורים** (לדוגמה, חותכים קטע מענף של צמח ושמים את חלקו התחתון בצנצנת מים. לאחר זמן מה הענף משריש [מצמיח שורשים], ואז שותלים את הייחור בגינה או בעציץ, והוא גדל ומתפתח לצמח חדש).

עוד שיטה של ניצול הרבייה האל-זוויגית בצמחים היא שימוש ב**תרביות רקמה**. בשיטה זו מוציאים תאים מצמח בוגר ומגדלים אותם במעבדה בכלים המכילים חומרי הזנה, בתנאים מתאימים: טמפרטורה, לחות, אוורור, תאורה וכדומה. בתנאים אלו התאים מתרבים במהירות, ולאחר שבועות אחדים מתפתחים צמחים רבים זעירים, זהים לצמח שנקחו ממנו. לדוגמה, בדרך זו מרבים צמחי בננה.

יש גם כמה בעלי חיים שמתרבים ברבייה אל-זוויגית, הנקראת **הנצה**. אחד מהם הוא ההידרה, בעל חיים ימי קרוב למדוזה ולשושנת ים. גופה של ההידרה נראה כמו גליל צר באורך שני סנטימטרים, ובקצהו העליון יש פתח מוקף בזרועות ציד. ההידרה מתרבה בעזרת **ניצן** שבולט מגופה ומתפתח להידרה קטנה, הניתקת מגוף ההורה וממשיכה לחיות בתור צאצא עצמאי. בעל חיים אחר שמתפתח בהנצה הוא האלמוג. כדאי לציין, ששני בעלי חיים אלו יכולים להתרבות גם ברבייה זוויגית.

עוד שיטת רבייה אל-זוויגית היא **שיבוט**. בשיטה זו, שהתפרסמה בזכות הכבשה דולי, אפשר לקבל עותקים זהים של יצור חי בעזרת תאי גוף. יש דרכים אחדות לשיבוט. באחת מהן משתמשים בעובר בתחילת התפתחותו, כאשר הוא בן תאים אחדים בלבד. כל אחד מן התאים האלה יכול להתפתח לעובר שלם. אם מפרידים אותם זה מזה ומאפשרים להם להתחלק ולהתרבות, אפשר לקבל שבט שלם של תאים, אשר יכולים להתפתח לרקמות ואפילו ליצורים שלמים, שכולם זהים זה לזה מבחינה גנטית.

ברבייה זוויגית לכל צאצא יש שני הורים – זכר ונקבה, והצאצאים של כל זוג הורים שונים זה מזה. בדרך רבייה זו, כל הורה תורם לצאצא תא מיוחד מגופו – תא רבייה: הזכר תורם **תא זרע** והנקבה תורמת **תא ביצה**.

תאי הרבייה הם הגשר בין הדורות: כל תא רבייה מכיל מידע תורשתי של ההורה, וההתלכדות של תאי הרבייה (ההפריה) יוצרת תא חדש – **זיגוטה (ביצית מופרית)**, המכילה את המידע התורשתי משני ההורים, וממנה יתפתח הצאצא. לפיכך, המידע התורשתי (התכונות התורשתיות) של הצאצא נקבע הן על ידי האב הן על ידי האם.

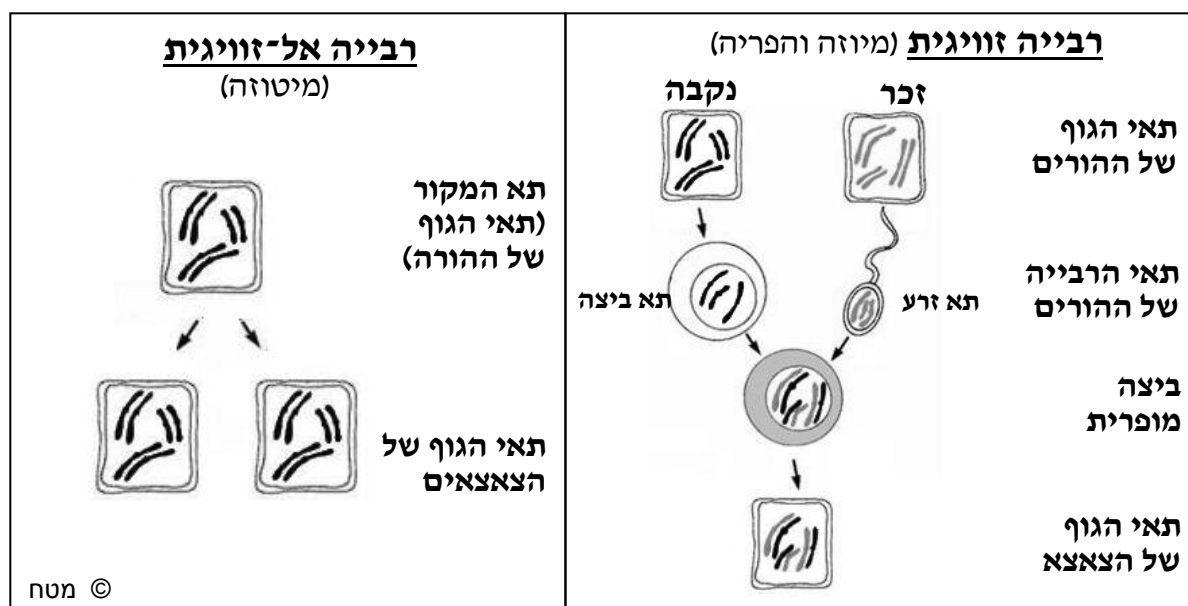
רוב היצורים הרב־תאיים מתרבים ברבייה זוויגית. צמחים רבים מתרבים הן ברבייה אל־זוויגית הן ברבייה זוויגית.

כיצד החומר התורשתי (הכרומוזומים) מועבר מן ההורים אל הצאצאים? כדי להבין זאת, חשוב לזכור שהכרומוזומים בכל תא מופיעים בזוגות.

ברבייה אל־זוויגית, ההורה מוריש את זוגות הכרומוזומים שלו לתאי הבת. לדוגמה, אם בתא ההורה יש 3 זוגות כרומוזומים (6 כרומוזומים), גם בכל תא בת יהיו 3 זוגות כרומוזומים (6 כרומוזומים). כך מתרחש התהליך: ראשית, התא של ההורה מכפיל את מספר הכרומוזומים שבו (6 הכרומוזומים מוכפלים ל-12 כרומוזומים), ואז, כאשר הוא מתחלק לשניים, כל תא בת מקבל את מספר הכרומוזומים המקורי (6 כרומוזומים). החלוקה של תא ההורה לתאי הבת נקראת: **מיטוזה**.

כאמור, **ברבייה זוויגית** יש שני הורים, וכל הורה תורם לצאצא רק מחצית ממספר הכרומוזומים: אחד מכל זוג. לדוגמה, אם בתא ההורה יש 3 זוגות כרומוזומים (6 כרומוזומים), ההורה תורם לצאצא רק 3 כרומוזומים (אחד מכל זוג), מכיוון שתאי הרבייה (תא הזרע של הזכר ותא הביצה של הנקבה) מכילים רק כרומוזום אחד מכל זוג (ולכן, מחצית ממספר הכרומוזומים). הזיגוטה, שנוצרת בעקבות ההפריה, מכילה את המספר המקורי של הכרומוזומים שבתאי הגוף של ההורה (בדוגמה שלעיל: 3 זוגות, שהם 6 כרומוזומים). כל זוג של כרומוזומים בזיגוטה מורכב מכרומוזום אחד שהתקבל מתא הזרע ומכרומוזום אחד שהתקבל מהביצית. כך נשמר מספר כרומוזומים קבוע מדור לדור. החלוקה של תא ההורה לתאי הרבייה נקראת: **מיטוזה או חלוקת הפחית** (בגלל ההפחתה בכמות הכרומוזומים. בדוגמה שלעיל, 6 כרומוזומים בתאי הגוף של ההורה הופחתו ל-3 בתא הרבייה שלו).

תרשים של רבייה זוויגית ורבייה אל־זוויגית (ברמה תאית):



אפשר גם להציג את הנושא דרך הדגשת התכונות: תא הגוף של ההורה מכיל זוגות כרומוזומים (הומולוגים). בכל אחד מן הכרומוזומים מצוי המידע התורשתי (הגן) שקובע תכונה ייחודית. המידע התורשתי של כל תכונה מופיע על כל אחד מזוג הכרומוזומים של ההורה, כלומר בשתי מנות. בעקבות חלוקת ההפחתה, תאי הרבייה מכילים רק אחד מזוג הכרומוזומים, כלומר רק מנה אחת של המידע התורשתי של כל תכונה. כאשר שני תאי הרבייה – תא זרע ותא ביצה – מתלכדים, מתקבלת זיגוטה שמכילה זוגות כרומוזומים. המידע התורשתי של כל תכונה מופיע שוב בשתי מנות: אחת נתרמת על ידי האב ואחת על ידי האם.

**כל תאי הגוף של בעל חיים או צמח מכילים זוגות כרומוזומים,
ורק תאי הרבייה מכילים כרומוזום אחד בלבד מכל זוג.**

היתרונות והחסרונות של דרכי הרבייה, הישרדות וברירה טבעית

ברבייה האל-זוויגית, הצאצאים זהים לזה ולזהורים. לכן, לדרך רבייה זו יש יתרון בסביבות חיים שהתנאים בהן קבועים ואינם משתנים (לדוגמה, בים). אם ההורה התקיים בהצלחה בסביבה, ואף העמיד צאצאים, סימן שהתכונות שלו מותאמות היטב לתנאי החיים בסביבה זו. לכן, סביר שגם צאצאיו, הנהנים לו בתכונותיהם, יתקיימו בהצלחה באותה סביבת חיים ויעמידו צאצאים.

ברבייה הזוויגית, הצאצאים שונים זה מזה ומן ההורים. לכן, לדרך רבייה זו יש יתרון כאשר תנאי הסביבה משתנים. אם תנאי הסביבה משתנים, יש סיכוי שלפחות לאחדים מהצאצאים יהיו תכונות שיתאימו אותם לתנאים החדשים, ולכן הם ישרדו בסביבה וימשיכו את קיום המין. לפיכך, כאשר חקלאים מעוניינים לעשות השבחה של מינים – לקבל יצורים "משופרים" יותר (שיש להם תכונות רצויות מבחינת החקלאי) – הם משתמשים באוכלוסיות שמתרבות ברבייה זוויגית, כי יש בהן שונות גדולה בין הצאצאים. כך הם יכולים לבחור מבין כל הצאצאים את בעלי התכונות הרצויות, ולהרבות רק אותם.

במהלך הזמן השתנו התנאים על כדור הארץ. תקופות קרח התחלפו בתקופות של הפשרה, תקופות חמות ויבשות התחלפו בתקופות קרירות וגשומות, אזורים שהיו מיוערים הפכו למדבריות וכדומה. שינויים אלו התרחשו באטיות, לאורך מאות אלפי שנים, ובאותו זמן חלו שינויים בתכונותיהם של היצורים החיים. אך יצורים חיים אינם יכולים לשנות ביזמתם את תכונותיהם התורשתיות, כמו להצמיח פרווה עבה או לשנות את מבנה העלים. אם כך, כיצד הם השתנו?

בכל אוכלוסייה של יצורים חיים **שמתרבים ברבייה זוויגית** יש שונות בין הפרטים: אף על פי שכל הפרטים באוכלוסייה דומים זה לזה, יש ביניהם הבדלים. הבדלים אלו אחראים לשינויים המתרחשים במינים לאורך הדורות: כאשר תנאי הסביבה משתנים, רוב הפרטים באוכלוסייה מתים, כי הם אינם מותאמים עוד לסביבה החדשה. אבל, במקרים רבים כמה פרטים מצליחים לשרוד גם בסביבה החדשה, הודות לתכונות ייחודיות שלהם, שלא היו לאחרים. אמנם, פרטים אלו הם מיעוט קטן ביותר, אבל הם **שורדים, מתרבים, ומעבירים לצאצאיהם בתורשה** את התכונות הייחודיות להם, שאפשרו להם לשרוד. מי שתכונותיו לא התאימו לתנאים החדשים, נכחד ולא העמיד צאצאים. וכך האוכלוסייה משתנה, והתכונות של השורדים, שהיו פעם מיעוט באוכלוסייה, הופכות לרוב ונעשות נפוצות באוכלוסייה. זה תהליך ה**ברירה הטבעית**: "סינון" תכונות ייחודיות המתאימות לסביבה והפיכתן לנפוצות, במקום תכונות אחרות שכבר אינן מתאימות לסביבה.

אם כן, אוכלוסיות משתנות במהלך הזמן, ולאורך אלפי דורות יכולים אפילו להיווצר מינים חדשים. תהליך זה, שבו אוכלוסיות משתנות ומינים חדשים מתפתחים, נקרא **אבולוציה**. לדוגמה: באנגליה היו נפוצים בעבר פרפרי עש בעלי כנפיים שצבעם בהיר. כשהחלה המהפכה התעשייתית והתרבה השימוש בתנורי פחם בתור מקור אנרגיה וחום, גבר זיהום האוויר. פיח רב נישא באוויר וגרם להתכהות קירות הבתים. עקב כך, בלטו פרפרי העש הבהירים על רקע הקירות הכהים, וציפורים זיהו אותם בקלות וטרפו אותם. פרפרי עש בעלי צבע כהה לא נטרפו בקלות, ורבים מהם שרדו ואף העמידו צאצאים. התוצאה: לאחר זמן מה, השתנתה אוכלוסיית פרפרי העש וצבעה הפך כהה.

הצעות דידקטיות

א. תיאור תהליך ההוראה

שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה: הנושא "דרכי רבייה והורשת תכונות" נועד ליצור אצל התלמיד הבנה של עקרונות דרכי הרבייה והקשר שלהם לתכונות הצאצאים. תהליך הרבייה הוא מעגלי-ספירלי, ועקרונית אפשר לפתוח את הוראת הנושא בכל אחד מתתי-הנושאים. בערכה זו מוצע ללמד את פרק מציאת בני הזוג כחלק מתהליך ההתבגרות (ולא בתור פתיחה לנושא).

רצף ההוראה

לצורך לימוד מעמיק ויצירת עניין של תלמידים בנושא, כדאי לעודד פעילות של בניית תלקיט (פורטפוליו) – איסוף מידע והכנת פרופיל של יצור, שיימשכו לאורך כל פרקי ההוראה. כל תלמיד יבחר בעל חיים **שמתרבה ברבייה זוויגית**, על פי בחירתו האישית מסביבתו הקרובה או על פי חלוקה מכוונת של המורה. מומלץ לכוון לבחירה של יצורים המייצגים מחלקות שונות: חסרי חוליות (חרקים) ובעלי חוליות (דגים, דו-חיים, זוחלים, עופות, יונקים).

דוגמות ליצורים אפשריים: אדם, אמנון הגליל, ברווז, חסידה, טונה כחולת ספיר, יונה, נשר, סיקסק, פיל, עכבר, צב ים ירוק, צפע ארץ ישראלי, קרפדה, קרפיון וכדומה.

בכל פרק יאסוף התלמיד מידע על היצור ויחקור אותו: מהי דרך ההפריה שלו? כיצד מתפתחים העוברים והצאצאים שלו עד להתבגרותם? כיצד הבוגרים מוצאים בני זוג?

בכל פתיחה של תת-נושא חדש, יתקדמו התלמידים עוד שלב באיסוף המידע. בסיום התהליך אפשר להכין תערוכת תוצרים ולהציג את כל המידע שנאסף.

אפשר להשתמש בדגם ההוראה: **מעריכים מידע מתקשבו**, העוסק בדרך ההתייחסות של תלמידים למידע הנאסף מאתרים שונים.

לפניכם דוגמה לפרטי המידע שאפשר להכין בתלקיט היצור (בעמוד הבא):

שם היצור:
שייך למחלקה:
סביבת חיים של הבוגר: מים/יבשה
הפריה:
סביבת ההפריה: מים/יבשה
מספר תאי הרבייה: עשרות/מאות/אלפים
מקום ההפריה: פנימית (בתוך גוף הנקבה) / חיצונית (מחוץ לגוף הנקבה)
התפתחות העובר:
מקום התפתחות העובר: רחם/ביצה
משך ההיריון: (אם יש)
יציאת הצאצאים:
דרך יציאת הצאצאים לעולם:
מספר הצאצאים:
מאפייני הצאצאים:
סכנות האורבות לצאצאים:
טיפול הורי:
התבגרות ומציאת בני זוג:
עונת הרבייה:
דרך החיזור:

שיעורים 1-2: משמעות הרבייה בעולם החי, חי מוצאו מחי (בדגש חקר)

מומלץ להתחיל את הוראת הנושא בשיעור מוחות בנושא **משמעות הרבייה לקיום המין ולהמשכיותו**. בעת הדיון, מומלץ להדגיש שהרבייה היא מאפיין חיים השונה מיתר המאפיינים, מאחר שאיננו הכרחי לקיום הפרט הבודד אלא **לקיום המין**, ולציין כי הרבייה מתרחשת רק בין פרטים השייכים לאותו המין הטקסונומי. נקודת מוצא לדיון יכולה להיות תיאור של מצב קיצוני שבו יצורים חיים אינם מתרבים. אחר כך, מומלץ לעסוק בעיקרון של **חי מוצאו מחי**, דרך ניתוח ניסוי של רדי (צנצנות הבשר והזבובים), ולציין שעיקרון זה לא היה מובן מאליו בעבר. רצוי לנצל את ניתוח הניסוי לצורך חיזוק מיומנות חקר (התייחסות לשלבי המחקר, להשערה, לקבוצות הבקרה, לצורך בחזרות, לתיאור התוצאות ולניסוח מסקנה).

שיעורים 3-4: כיצד החומר התורשתי מועבר מדור לדור

בשלב זה חשוב לחשוף את התלמידים לעולם המיקרו (דנ"א, כרומוזומים, גנים) ולקשר אותו לתופעה מוכרת ברמת המיקרו (העברה של תכונות תורשתיות). רצוי לפתוח בתופעת המיקרו המוכרת יותר לתלמידים – תכונות **תורשתיות** לעומת תכונות **נרכשות**. אפשר להכיר דוגמות דרך תחרות בין קבוצות תלמידים בכיתה, כאשר המורים מתארים תכונות, והתלמידים קובעים אם הן תורשתיות או נרכשות, ומנמקים את קביעתם. אחר כך על התלמידים להציע בעצמם דוגמות, ולסיום כדאי לבנות טבלת השוואה בליווי דוגמות. לאחר היכרות עם המונח "תכונה תורשתית", כדאי לקשר אותו אל מושגי המיקרו: תא, גרעין, כרומוזומים, דנ"א. מומלץ להראות את הקשר בעזרת תרשים מדרג או פעילות zoom in, כדוגמת הפעילות באתר [גנאטיקה](#). כדאי לדון עם התלמידים בהבדל במספר הכרומוזומים בתאי הרבייה ובתאי הגוף, וממה הוא נובע (חלוקת מיוזה/מיטוזה). את נושא חלוקות התא השונות – מיוזה ומיטוזה – כדאי להמחיש בעזרת ההדמיות שבאתר [אופק לחטיבות הביניים](#), סרטונים שנמצאים באתר youtube או אתרים שונים כגון [צמ"ד און-ליין](#), [PBS](#) ו- [John Kyrk](#). נושא חלוקות התא אינו אמור להילמד לפרטיו, אלא ברמה העקרונית בלבד: מיהם התא המקורי והתאים הסופיים בכל חלוקה, מה ההבדל העקרוני בין שתי החלוקות ומה מספר הכרומוזומים ההתחלתי והסופי בכל מקרה.

מומלץ לעשות סיעור מוחות בשאלה: מדוע יש צורך בחלוקת הפחתה דווקא בתאי הרבייה? שאלה זו היא הבסיס לתת-הנושא הבא.

שיעורים 5-7: רבייה זוויגית ואל-זוויגית

בפתיחת הלימוד בנושא רבייה זוויגית ואל-זוויגית, רצוי להביא לכיתה צמחים מסוגים שונים (שלוחה של דשא, תפוח אדמה, פרח), המציגים את דרכי הרבייה בצמחים. אפשר להיעזר בתמונות ובאתרי אינטרנט, המראים רבייה של חד-תאיים (חיידקים ושמרים). יש להדגיש את נושא הדמיון או השוני בין הצאצאים לבין עצמם ובינם לבין הוריהם, בכל מקרה ומקרה. העיסוק ברבייה זוויגית בצמחים נעשה בפירוט בתת-הנושא הבא (הפריה), ולכן בשלב זה יש להתמקד בהבדלים בין רבייה זוויגית לרבייה אל-זוויגית מבחינת הדמיון להורים. כדאי שהתלמידים יתנסו בהכנת ייחורים, ייקחו אותם הביתה או ישאירו במעבדה, ויעקבו אחר התפתחותם. אפשר לקשר את פעילות הכנת הייחורים להיכרות עם יישומים חקלאיים אחרים, בעזרת כרטיסיות מידע או ניתוח מאמרים מדעיים בנושא. מומלץ לדון ביתרונות ובחסרונות של רבייה זוויגית ורבייה אל-זוויגית, ולהכין טבלת השוואה.

כמו כן, אפשר לדון במקרה של הכבשה דולי, שהיא תוצר של רבייה אל-זוויגית (שיבוט). נושא השיבוט הוא מעניין ומאתגר, ופותח פתח לדיונים בסוגיות ביו-אתיות. אפשר להפנות את התלמידים לסוגיית **שיבוט בבני אדם** שבאתר גנאטיקה.

שיעור 8: בניית מפת מושגים וניתוחה

לסיכום הנושא, כדאי לתת לתלמידים לבנות מפת מושגים בנושא דרכי רבייה (בדומה למפת המושגים שבערכה, בתחילת הרקע המדעי של תת-נושא זה). אפשר לחלק את רשימת המושגים ולבקש מהתלמידים לבנות את המפה ולהוסיף את מילות הקישור שבין "התיבות" במפה. אפשר להדפיס מראש את המושגים על נייר מדבקה, דבר שמאפשר להדביק אותם על הדף לאחר שימוקמו במקומם הנכון. כמו כן, אפשר להביא מדבקות ריקות, ועליהן יוסיפו התלמידים את החצים ואת המילים המקשרות הצמודות לחצים, וישלימו בעזרתם את המפה המלאה.

ב. קשיים אופייניים

1. התלמידים מתקשים לקשר בין תכונות הצאצאים (שוני בין הצאצאים ברבייה זוויגית ואחידות ברבייה אל-זוויגית) לבין מה שקורה ברמת התא.
2. התלמידים מתקשים בתפיסת המדרג הביולוגי של המושגים: תא, גרעין, כרומוזומים, דנ"א, גנים, תכונה.
3. התלמידים מתקשים בהבנה של חלוקת ההפחתה, הדורשת חשיבה מופשטת גבוהה, וכן מתקשים בהבנת הקשר שלה לתורשה ולרבייה.
4. התלמידים אינם מבינים ששני ההורים תורמים גנים לכל תכונה. לדוגמה, מקצתם מאמינים שהאב תורם את הגנים האחראים לצבע העיניים, והאם תורמת את הגן האחראי לצבע השער.
5. התלמידים חושבים שרבייה אל-זוויגית מוגבלת לרביית חיידקים.

6. התלמידים חושבים שצמחים אינם יכולים להתרבות ברבייה זוויגית (מינית).
7. התלמידים חושבים שבעלי חיים מתכננים במודע את דרכי הרבייה שלהם.

ג. הצעות להתמודדות עם הקשיים

1. כיוון שאיננו נכנסים לפרטים של תהליך המיוזה, יש להתמקד בקשר הבא: ברבייה זוויגית משתתפים שני תאים משני הורים – תא הזרע ותא הביצה. הזיגוטה שנוצרת מהתלכדות תאי הרבייה מכילה תערובת של החומר התורשתי (שקובע את התכונות) משני ההורים. הצאצאים שונים זה מזה, כיוון שכל אחת מהזיגוטות שנוצרות מכילה תערובת שונה של החומר התורשתי מן ההורים. לעומת זאת, ברבייה אל-זוויגית יש הורה אחד בלבד, וכאשר תא ההורה מתחלק, הוא מעביר אותו חומר תורשתי (התכונות) לכל הצאצאים, ולכן כולם דומים זה לזה.
2. רצוי להדגיש את עניין המדרג בד בבד עם הוראת המושגים החדשים ו"למקם" כל מושג במקומו הנכון במדרג בעזרת מפת מושגים ופעילויות של zoom in/zoom out, הנמצאות באתר [גנאטיקה](#). כאשר מתבוננים בתמונות של תאים, כרומוזומים או דנ"א, נוצרת תחושה מוטעית בנוגע לגודלם. יש להדגיש באיזו הגדלה צוירה התמונה או צולמה, כדי למנוע מצב שבו עצם השימוש בתמונה לצורך המחשת מושג, יוצר תפיסה שגויה.
3. בהוראת הנושא של חלוקת ההפחתה, יש לוותר על הפרטים ולהדגיש את העקרונות: יצירת תאי הרבייה שבהם יש ייצוג רק לכרומוזום אחד מכל זוג כרומוזומים הומולוגים, מאפשרת לשמור על מספר קבוע של כרומוזומים מדור לדור.
4. יש להבהיר ששני ההורים תורמים גנים לכל תכונה. זו המשמעות של העובדה שכל הורה תורם כרומוזום אחד מכל זוג: בכל אחד מבני הזוג יש גנים האחראים לאותן תכונות.
5. יש להבהיר שרבייה אל-זוויגית קיימת גם בצמחים רבים וגם בכמה בעלי חיים.
6. ייתכן, שבשל העובדה שאנשים רבים מתקשים לזהות צמח זכר וצמח נקבה, התלמידים חושבים בטעות שצמחים אינם מתרבים ברבייה זוויגית. למעשה, רוב הצמחים מתרבים ברבייה זוויגית ומקצתם מתרבים גם ברבייה אל-זוויגית.
7. לאורך כל הלימוד, יש להדגיש שבעלי חיים אינם מתכננים את דרכי הרבייה שלהם או בוחרים בהן במודע. גם יצורים חיים שיכולים להתרבות בשתי הדרכים (רבייה אל-זוויגית ורבייה זוויגית) אינם בוחרים ביניהם במודע. הם קולטים אותות מן הסביבה ומגיבים בהתאם. יכולות אלו התפתחו במהלך האבולוציה.

טבלת תכנון ה.ל.ה.

טווח שעות מומלץ: 8 שעות

נושא	מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפניה לחומרי למידה	משימות הערכה
משמעות הרבייה בעולם החי חי מוצאו מחי	המשכיות המין	טיעון חקר מדעי	דיון: משמעות הרבייה להמשכיות המין ניתוח ניסוי של רדי	רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 6–12 רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 13–15 פעילות 1: חי מוצאו מחי (בערכה זו)	
הורשת תכונות והעברת המידע התורשתי מדור לדור	חומר תורשתי דנ"א כרומוזומים גנים תכונות תורשתיות ונרכשות תאי רבייה ותאי גוף מיוזה מיטוזה	השוואה ארגון מידע בדרך גרפית (מפת מושגים)	הכרת דוגמות של תכונות תורשתיות ונרכשות הצגת הקשר בין המושגים: תא, גרעין, כרומוזום, דנ"א, ובנייה של מפת מושגים (בערכה) דיון בקשר שבין חלוקת ההפחתה לבין השמירה על מספר כרומוזומים קבוע מדור לדור	חידת התורשה, עמ' 12–54 ערכת ה.ל.ה. - "התא" רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 25–29 הפרק: המסע אל הדנ"א , באתר גנאטיקה משימה: תסמונת דאון חלוקת מיטוזה ומיוזה , באתר אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב	
דרכי רבייה	רבייה זוויגית ואל-זוויגית תאי רבייה תא זרע תא ביצה שלוחות בצלים פקעות ייחורים תרבית רקמה	תצפית ניסוי מידענות ניתוח מאמר מדעי השוואה הסקת מסקנות ארגון מידע בדרך גרפית (מפת מושגים)	תצפית בצמחים המתרבים ברבייה זוויגית ואל-זוויגית, ובתמונות של חד-תאיים המתרבים ברבייה אל-זוויגית הכנת ייחורים מצמחים (אפשר להכין ייחורים מראש) הכרת דוגמות של יישומים חקלאיים של רבייה אל-זוויגית וזוויגית איסוף מידע על יצורים שמתרבים בדרכים שונות דיון בהיבטים ביו-אתיים של נושא השיבוט השוואה בין רבייה זוויגית ואל-זוויגית (התלמידים קובעים את הקריטריונים להשוואה) דיון: יתרונות וחסרונות ברבייה אל-זוויגית וזוויגית ניתוח מפת מושגים מסכמת של דרכי רבייה והורשת תכונות (בערכה)	רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 18–24, 27–29 רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 24–25, 27–29 חידת התורשה, עמ' 228–232. פעילות מתוקשבת בפרק דרכי רבייה בצמחים , באתר מחזור הרבייה (בשלב זה לעסוק ברבייה אל-זוויגית) משימה: שיבוט בבני אדם משימה: תאים משובטים	

פעילויות

פעילות 1: חי מוצאו מחי

כיום כולנו מבינים את העיקרון של רציפות ושל המשכיות החיים, אך בעבר לא הבינו זאת. בעבר טענו, שחיים יכולים להיווצר בכל פעם מחדש מחומרים דוממים (שאינם חיים). טענה זו התבססה על תצפיות שונות.

חלק א:

קראו את דבריהם של שלושה חוקרים מן המאה ה-16 (לפני כארבע מאות שנים), וענו על השאלות.

א. קרפדות מאבנים

הרופא אֶמְבְּרוֹזֶז פֶּאֶרְהֶה הסיק כי בעלי חיים נוצרים מהחומר הלח המצוי בתוך האבנים. הוא הסיק מסקנה זו לאחר שפועלים סיפרו כי פעמים אחדות מצאו קרפדות החיות בתוך אבנים גדולות.

ב. מתכון ליצירת עכברים

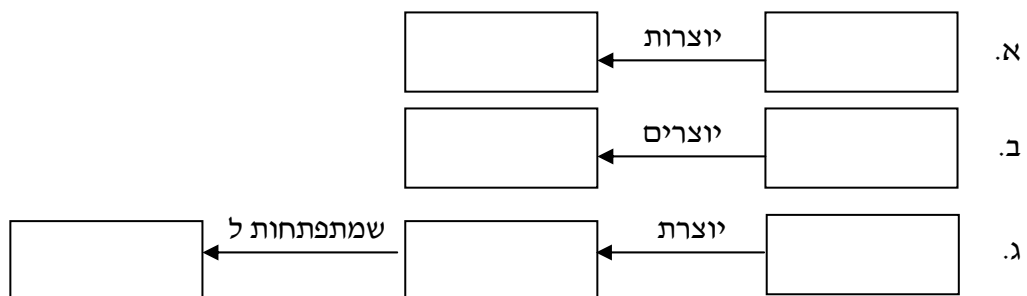
המדען ג'אן הֶלְמוֹנט ניסח מתכון ליצירת עכברים: לוקחים כלי וממלאים אותו בזרעי חיטה. אוטמים את פתח הכלי בכותונת מלוכלכת, וכעבור 21 ימים יתפתחו מן הזרעים עכברים.

ג. מניין הברווזים צצים?

חוקר ושמו בִּיאֶתְיוֹס כתב: "אם זורקים קורת עץ לים, כעבור זמן יתפתחו בה תולעים קטנות. התולעים יפתחו בהדרגה ראש, רגליים, נוצות וכנפיים. לבסוף יגדלו למידתם של ברווזים, ויעופו למעלה בעזרת כנפיהם, הנושאות אותם באוויר".

1. השוו בין שלושת הקטעים שקראתם: במה דומים דברי שלושת החוקרים זה לזה ובמה הם שונים?

2. יִצְגוּ את דברי החוקרים בעזרת התרשימים הבאים:



3. האם אתם מסכימים עם דבריהם?
- נסחו טענה הנוגעת לדעות **החוקרים** מן המאה ה-16, ונמקו אותה.
4. כיצד אפשר להוכיח את מסקנותיהם של החוקרים או לסתור אותן?
5. מדוע פעולתו של ואן הלמונט איננה ניסוי מדעי? הסבירו תשובתכם

חלק ב:

קראו על הניסוי של פֶּרְנַנְדֵּ'סקוֹ רֵדִי, מן המאה ה-17 (לפני כשלוש מאות שנים), וענו על השאלות.

ד. הניסוי המבוקר של רדי

רֵדִי הניח בֶּשֶׁר בשלוש צנצנות: צנצנת אחת השאיר פתוחה, צנצנת אחת כיסה בבד דק וצנצנת אחת אטם בפקק שֶׁעָם. הוא **שיער** שאם בריאה ספונטנית^(*) אכן מתרחשת, ורימות זבובים אכן נוצרות מן הבשר, כעבור זמן מה יימצאו רימות זבובים בכל שלוש הצנצנות.

לאחר כמה ימים הוא מצא בצנצנת הפתוחה זבובים ורימות על הבשר, בצנצנת המכוסה בבד התפתחו מעט רימות על הבשר, ובצנצנת הסגורה בפקק שעם – כלל לא היו זבובים ורימות.

^(*) בריאה ספונטנית – היווצרות של יצור חי מחומר דומם.

6. הסבירו את התוצאות שקיבל רדי בכל צנצנת, ונסחו מהן מסקנה.
 7. מדוע לא הסתפק רדי בצנצנות הסגורות, ובדק גם צנצנת פתוחה?
 8. אילו היו בניסוי של רדי רק צנצנות סגורות, רימות זבובים לא היו מתפתחים בהן.
- א. האם מתוצאה זו היה יכול רדי להסיק **בהכרח** שזבובים **אינם** נוצרים מִבֶּשֶׁר? נמקו.
- ב. אילו מסקנות אחרות אפשר להסיק מן התוצאה?

תשובון לפעילות 1

1. שלושת החוקרים עוסקים בשאלה: ממה נוצרים יצורים חיים? שלושתם הגיעו למסקנה כי חי נוצר מדומם. השוני הוא בחומר הדומם שהיצורים נוצרו ממנו, ביצורים החיים שמדובר בהם ובתהליך "יצירתם".
2. **א.** אבנים יוצרות קרפדות; **ב.** זרעי חיטה וכותונת מלוכלכת יוצרים עכברים; **ג.** קורת עץ יוצרת תולעים, והן שמתפתחות לברווזים.
3. מובן שאין להסכים עם דברי החוקרים. טיעון הנוגע לדעותיהם: חי נוצר מדומם, כיוון שהתצפיות הראו כי מתוך הגופים הדוממים (אבנים, זרעי חיטה וקורת העץ) התפתחו יצורים חיים (קרפדות, עכברים וברווזים).
4. במאה ה-16 עדיין לא הבינו כי יש לעשות ניסויים מבוקרים, שבהם אפשר לבדד משתנים ולגלות מהו הגורם לתופעה הנצפית. בתקופה זו הסתפקו בתצפית בתופעה, ואילו הבנתה הייתה תלויה במידה רבה בעין המתבונן ובדעותיו הקודמות. כדי להוכיח את מסקנותיהם של החוקרים או לסתור אותן, אפשר לבצע ניסויים מבוקרים (להקפיד על בידוד משתנים, על חזרות מרובות ועל קבוצות בקרה), וכך לבדוק האם אכן יצורים חיים נוצרים מחומרים דוממים.
5. בניסוי של ואן הלמונט חסרה בקרה, חסרים בידוד המשתנים וחסרה חזרה על הניסוי, ולכן הוא אינו ניסוי מדעי.
6. בצנצנת הפתוחה נוצרו רימות וזבובים כיוון שהבשר היה חשוף למגע עם הזבובים. בצנצנת המכוסה בבד – נוצרו מעט רימות מפני שהבד אינו אטום לחלוטין. נראה שמעט מן הביצים שהוטלו על הבד או רימות צעירות וקטנות נפלו בין סיבי הבד אל הבשר שהיה בצנצנת. בצנצנת הסגורה לא נוצרו רימות או זבובים כיוון שלא התאפשר מגע בין הבשר לזבובים. המסקנה היא שאין בריאה ספונטנית.
7. הצנצנת הפתוחה היא קבוצת הבקרה – תפקידה לבדוק שאכן התפתחות הזבובים תלויה רק באפשרות של מגע בין הזבובים לבשר ובהטלת ביצים.
8. **א.** לא, כי אולי משהו חשוב אחר לא היה יכול להיכנס לצנצנת הסגורה.
ב. ייתכן שהיה אפשר להסיק שחוסר בחמצן, חוסר אוורור או חוסר ב"גורם חיים" אחר כלשהו בצנצנת מנע מהזבובים להתפתח בה.

תת-נושא 2: הפריה

מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)

- התלמידים יכירו את המאפיינים של תאי הרבייה.
- התלמידים יסבירו את ההתאמה של מבנה תאי הרבייה לתפקידם.
- התלמידים ישוו בין הפריה פנימית לבין הפריה חיצונית.
- התלמידים יסבירו בעזרת דוגמות את ההתאמות של דרך ההפריה (פנימית או חיצונית) לסביבת החיים.
- התלמידים ינתחו מידע על דרכי הרבייה ביצורים ממחלקות שונות.
- התלמידים יארגנו מידע בטבלאות ובתרשימים.
- התלמידים ינתחו מפת מושגים.
- התלמידים יזהו את מרכיביה השונים של מערכת הרבייה באדם, ויכירו את תפקידם.
- התלמידים יבצעו תצפיות ויזהו את אברי הרבייה בפרחים.
- התלמידים יתארו את הקשר בין תכונות הפרחים לבין דרך האבקתם.
- התלמידים יכירו דרכים להתערבות האדם בתהליכי ההפריה של בעלי החיים והצמחים לתועלתו.
- התלמידים יכירו בעיות הקשורות לפוריות הגבר והאישה, ודרכים אפשריות לפתרון.
- התלמידים ידונו בסוגיות ביו־אתיות בנושאי התערבות האדם ברביית האדם.

רקע מדעי

הפריה: תא זרע מתלכד עם תא ביצה

כאמור, רבייה זוויגית דורשת שני הורים: הזכר תורם לרבייה תא זרע והנקבה תורמת תא ביצה. ההפריה היא השלב שבו שני תאי הרבייה מתלכדים. בעקבות זאת נוצרת זיגוטה (ביצה מופרית), וממנה יתפתח העובר (הצאצא). לא כל מפגש בין תא זרע לתא ביצה מוביל להפריה. כדי שתהיה הפריה, שני תאי הרבייה חייבים להיות של זכר ושל נקבה, המשתייכים לאותו המין (species). לדוגמה, תא זרע של אייל הכרמל הזכר יכול להפרות תא ביצה של נקבת אייל הכרמל, אך לא של צבי ישראלי; וכך גם בצמחים: תא רבייה זכרי של אלון מצוי יכול להפרות תא רבייה נקבי של אלון מצוי, אך לא של אלת המסטיק. אמנם, יש גם מקרים יוצאי דופן, שבהם מתרחשת הפריה בין פרטים שאינם משתייכים לאותו המין (לדוגמה, סוס וחמור), אך הצאצא המתקבל (פרד) במקרה כזה אינו פורה.

צורתם של תאי הרבייה והרכבם מותאמים לתפקודם. אצל רוב היצורים החיים, תאי הביצה גדולים וניחים (אינם זזים ממקומם), ולעומתם תאי הזרע קטנים (לדוגמה, באדם תאי הזרע קטנים פי מאה מתא הביצה) והם בעלי כושר תנועה שמאפשר להם לנוע אל תא הביצה. תא הביצה הוא עגול ואילו תא הזרע דומה לראשן של צפרדע: יש לו "ראש" ו"זנב". גרעין התא ממלא חלק גדול מנפח ה"ראש"; ה"זנב" הוא שלוחה דקה שנראית כמו שוט. זה ה**שוטון**, והוא זה שמקנה לתאי הזרע את היכולת לנוע ולהתקדם לעבר הביצה. ברוב המקרים, תאי זרע רבים מאוד (מאות ולפעמים אלפים) מגיעים אל תא הביצה, אך רק תא זרע אחד מפרה אותו: הוא חודר דרך הקרום של תא הביצה ושני הגרעינים (של תא הזרע ושל תא הביצה) מתלכדים. בשלב זה החומר התורשתי של שני ההורים מתערבב.

הזיגוטה שנוצרת נקראת **ביצה מופרית**, ולא "תא זרע מופרית", כיוון שכמעט כל הנפח של הזיגוטה וכמעט כל החומרים המצויים בה – מקורם בתא הביצה ולא בתא הזרע. תא הביצה הגדול תורם לזיגוטה את רוב המרכיבים: קרום התא, הציטופלזמה, המיטוכונדריה וחומרים שונים, שמקצתם משמשים מאגר מזון המיועד לעובר בימיו הראשונים. תא הזרע תורם לזיגוטה רק את הגרעין שלו. כפי שראינו בתת-הנושא הראשון, כל תא רבייה תורם לזיגוטה מחצית מהחומר התורשתי שלה. (ראו איור ברקע המדעי של הפרק הקודם, בעמוד 15).

הפריה חיצונית והפריה פנימית

כדי שתאי הרבייה לא יתייבשו ותאי הזרע יוכלו לנוע לעבר תא הביצה, המפגש ביניהם (ההפריה) חייב להתרחש בסביבה מימית או, לכל הפחות, לחה.

אצל רוב היצורים החיים במים, הזכר והנקבה מפרישים את תאי הרבייה אל מחוץ לגוף – במים – ושם ההפריה מתרחשת. הפריה כזאת נקראת **הפריה חיצונית**. מי מתרבה בהפריה חיצונית? חסרי חוליות ימיים (כגון: אלמוגים, מדוזות ותמנונים ודגים). גם אצל דו-חיים ההפריה חיצונית. אמנם, רוב הדו-חיים הבוגרים חיים ביבשה (כגון: צפרדעים וקרפדות), אך בעונת הרבייה הם חוזרים אל תוך המים, ושם הם מתרבים. הנקבה מטילה את הביצים במים, והזכר הצמוד לה מפרה אותן מחוץ לגופה. בהפריה חיצונית, חשוב שזוג ההורים יפרישו את תאי הרבייה שלהם אל המים באותו הזמן, וכאשר הם קרובים זה לזה. כמו כן, חשוב שהזכר והנקבה ייצרו כמויות עצומות של תאי רבייה וישחררו אותן אל המים באותו הזמן. כך יגדלו מאוד הסיכויים, שלפחות מקצת תאי הרבייה יצליחו להיפגש, ותתרחש הפריה. לדוגמה, נקבות של דגים מייצרות בעונת הרבייה עשרות אלפים או מאות אלפים של תאי ביצה, ומספר תאי הזרע של הזכרים נאמד בעשרות מיליונים!

ביצורים שחיים ביבשה, ההפריה חייבת להתקיים בתוך גופה של הנקבה, שם הסביבה לחה. הפריה כזאת נקראת **הפריה פנימית**. הזכר מפריש את תאי הזרע אל תוך גופה של הנקבה, יחד עם נוזל הזרע. תאי הזרע שוחים בנוזל הזרע אל תאי הביצה ומפריים אותן. מי מתרבה בהפריה פנימית? חסרי חוליות יבשתיים (כגון: חרקים), זוחלים, עופות ויונקים (כולל האדם). אצל רובם מתרחשת הזדווגות, ולזכר יש אבר מיוחד, המתאים להחדרת תאי הזרע אל גוף הנקבה. גם ביונקים ימיים (דולפינים ולווייתנים) ובזוחלים ימיים (צבי ים), ההפריה היא פנימית.

בהפריה פנימית, הסיכויים שתאי הרבייה ייפגשו גבוהים מאוד, כי תאי הזרע נעים בתוך מערכת הרבייה של הנקבה. לכן, יצורים המתרבים בהפריה פנימית, מייצרים מעט תאי רבייה לעומת יצורים המתרבים בהפריה

חיצונית. לדוגמה, נקבות של יונקים מייצרות רק תאי ביצה מעטים (באישה מבשיל רק תא ביצה אחד בכל חודש). אך גם אצל יצורים אלו, מספר תאי הזרע גדול בהרבה ממספר תאי הביצה.

הפריה באדם

כמו בכל בעלי החיים, גם אצל האדם תאי הרבייה נוצרים במערכת הרבייה. תאי הזרע של הזכר נוצרים באשכים החל משלב הבגרות ועד סוף החיים. במהלך תקופה זו מיליוני תאי זרע נוצרים בגוף הגבר בכל יום. תאי הביצה של האישה, שנקראים גם **ביציות**, נוצרים בשחלות האישה עוד בהיותה עובר ברחם אמה. כאשר תינוקות נולדת, יש באברי הרבייה שלה כחצי מיליון תאי ביצה, אך הם אינם בשלים אלא נמצאים ב"תרדמה". ההבשלה מתרחשת רק מגיל ההתבגרות, ולאורך תקופת הפוריות של האישה (עד גיל 45–50 בערך). בתקופה זו, אחת הביציות מבשילה מדי חודש, משתחררת מן השחלה ונודדת אל צינור הביצים שנקרא גם **חצוצרה** (בגלל צורתו).

כאמור, ההפריה באדם היא פנימית. הזכר פולט את תאי הזרע שלו בתוך הנרתיק של האישה ומשם הם נעים דרך הרחם אל החצוצרה.

אם תאי הזרע יפגשו בתוך החצוצרה ביצית בשלה, תתרחש הפריה, ואז תמשיך הביצית המופרית בדרכה אל הרחם.

הפריה בצמחים

גם הצמחים מייצרים תאי רבייה – תאי ביצה ותאי זרע – והמפגש ביניהם יוצר **זיגוטה**. הנה כמה עובדות והגדרות שיש לדעת לפני שלומדים על ההפריה בצמחים:

- הפרח מכיל את אברי הרבייה של הצמחים. אברי הרבייה הזכריים בפרח הם **האבקנים**, ואבר הרבייה הנקבי בפרח הוא **העלי**.
- תאי הזרע נוצרים בגרגרי האבקה שבאבקנים. כל אבקן בנוי מזיר, שהוא גבעול זעיר, וממאבק, שהוא חלק מעובה שמכיל **גרגרי אבקה**. בתוך גרגרי האבקה נמצאים **תאי הזרע**. תאי הזרע שמורים בסביבה הלחה שבתוך גרגרי האבקה. הפרחים מייצרים מספר גדול מאוד של גרגרי אבקה.
- תאי הביצה נוצרים בעלי. העלי בנוי משלושה חלקים: **שחלה**, **עמוד עלי** ו**צללקת**. הביציות נוצרות בשחלת הפרח והן מוגנות שם עד למפגש עם תאי הזרע. עמוד העלי מקשר בין השחלה החבויה בבסיס הפרח לבין הצלקת שבראשו. כאשר הפרח מוכן להפריה, הצלקת מפרישה נוזל דביק, וגרגרי האבקה שמגיעים לצלקת "נלכדים" בו.
- בצמחים ממינים רבים, הפרח מכיל גם אבקנים וגם עליים, כלומר, הפרח הוא **פרח דו־זוויגי** (דו־מיני). לדוגמה: כלנית, רקפת, נורית.
- בצמחים ממינים אחרים, הפרחים מכילים רק אבקנים (פרחי זכר) או רק עליים (פרחי נקבה). פרח כזה הוא **פרח חד־זוויגי** (חד־מיני). לדוגמה: אלון, תמר, אלה.
- כדי שהפריה תתרחש בצמחים, גרגרי אבקה צריכים לעבור מן האבקנים אל צלקות הפרחים. שלב זה מתרחש לפני ההפריה, והוא נקרא **האבקה**. שימו לב למקומם של תהליכי ההאבקה וההפריה במחזור החיים של הצמחים:



דרכי האבקה

יש צמחים שבהם גרגרי האבקה עוברים מן האבקנים אל הצלקת בתוך אותו פרח, או מפרח אחד אל פרח אחר שצומח על אותו צמח. האבקה כזאת נקראת **האבקה עצמית**. דוגמה לצמח כזה: אפונה ריחנית. בצמחים אחרים גרגרי האבקה עוברים מפרח של צמח אחד אל פרח של צמח אחר מאותו המין. האבקה כזאת נקראת **האבקה זרה**. דוגמות לצמחים כאלה: פרחי פרח, פרחי פרח.

מבנה הפרחים ותכונותיהם מותאמים לדרך ההאבקה שלהם: בצמחים המואבקים בהאבקה עצמית, האבקנים והצלקות של הפרחים קרובים מאוד זה לזה, ובמקרים רבים הם ממש נוגעים זה בזה. כך, גרגרי האבקה עוברים בקלות מן האבקנים אל הצלקות.

לעומתם, בצמחים המואבקים בהאבקה זרה, גרגרי האבקה צריכים לעבור מרחק גדול יותר, לפעמים קילומטרים רבים. מכיוון שהצמחים אינם יכולים לזוז ממקומם, הם זקוקים לגורם כלשהו, "שליח", שיעביר את גרגרי האבקה מצמח לצמח. שליח כזה עשוי להיות בעל חיים (לדוגמה, חרקים), רוח או מים. גם במקרים של האבקה זרה, יש התאמה בין תכונות הפרחים ל"שליח" שמעביר את האבקה.

בארץ, רוב המאבקים של צמחי הבר הם חרקים: דבורים, חיפושיות, פרפרים וזבובים. פרחים אלו הם צבעוניים או ריחניים, ועל ידי כך הם מושכים את החרקים.

חשוב לשים לב: **המאבקים** אינם מגיעים אל הפרחים בכוונה להאביק אותם. הם נמשכים אליהם בגלל צבעם, צורתם או הריח שלהם, וברוב המקרים הם גם מוצאים בפרחים גמול שהוא מזון: צוף ו/או אבקה מזינים. בזמן שהם אוספים את המזון, גרגרי האבקה נדבקים לגופם, וכך הם מעבירים אותם מפרח לפרח. בדרך כלל, גרגרי האבקה מחוספסים (ויכולים להיצמד לגופם של החרקים) והצלקות דביקות (ויכולות ללכוד את גרגרי האבקה, שהגיעו כשהם צמודים לגופו של המאביק).

הפרחים המואבקים על ידי הרוח הם בדרך כלל קטנים, צבעם ירקרק וכולם חסרי צוף וחסרי ריח. מאחר שהם אינם מותאמים למשיכת חרקים אלא מואבקים על ידי הרוח, האבקנים והצלקות שלהם בולטים מאוד מן הפרח, והצלקות גם גדולות ומסועפות מאוד (מנוצות). גרגרי האבקה קלים וחלקים, ולפיכך הם בעלי סיכויים טובים לעוף באוויר ולהיתפס על ידי הצלקות. צמחים מואבקי רוח מייצרים כמויות עצומות של גרגרי אבקה, כי הרוח מעיפה את האבקה לכל עבר, ולא דווקא לכיוון הפרחים. לכן, רק מעטים מגרגרי האבקה מגיעים אל צלקות הפרחים ויכולים להשתתף בהפריה.

שלב ההפריה

ההפריה בצמחים היא פנימית: היא מתרחשת בתוך אברי הרבייה הנקביים – בתוך שחלת הפרח. כיצד היא מתרחשת?

כאשר גרגרי האבקה נוחתים על הצלקת, תאי הזרע שבתוכם צריכים לנוע אל הביציות שבתוך השחלה. ראינו שתאי הזרע של בעלי חיים נעים בעזרת שוטונים, אבל תאי הזרע של צמחים בעלי פרחים הם חסרי שוטונים. אם כן, כיצד הם מגיעים אל הביציות? תאי הזרע נעים במערכת הרבייה הנקבית של הפרח בדרך אחרת: גרגרי האבקה שעל צלקת הפרח מצמיחים שלוחה דקה, שנקראת **נחשון**. הנחשון גדל ומתארך דרך עמוד העלי לעבר השחלה, ותאי הזרע מתקדמים בתוכו. כאשר קצה הנחשון מגיע לשחלה, תאי הזרע יוצאים ממנו ומתקדמים אל הביציות ואז מתרחשת ההפריה. כמו בבעלי חיים, גם בצמחים נוצרת זיגוטה, שממנה יתפתח העובר.

חשוב לציין, שאל צלקת של פרח כלשהו עשויים להגיע גרגרי אבקה של פרחים ממינים אחרים, אבל צמיחת הנחשון אל תוך שחלת הפרח וההפריה יתרחשו רק בין צמחים בני אותו המין (species). נוזל הצלקת מעורר את צמיחת הנחשון רק בגרגרי אבקה שמקורם באותו המין.

התערבות האדם בהפריה

אמצעי הטכנולוגיה ההולכים ומשתכללים, מאפשרים לאדם להתערב בתהליכי ההפריה ולפתור בעיות המתעוררות בהפריה של בעלי חיים, של צמחים ושל עצמו.

הפריית מבחנה

יש זוגות עקרים, שאינם יכולים להביא ילדים לעולם מסיבות שונות. מקצת בעיות הפוריות קשורות בגבר, ואחרות – באישה. לעתים מספיק לתת לאישה תרופות המכילות הורמונים שמעודדים את הבשלת הביציות, והבעיה נפתרת.

במקרים מורכבים יותר, נעזרים **בהפריה חוץ-גופית**, המכונה גם בשם **הפריית מבחנה** או **הפריה מלאכותית**. בשיטה זו, שואבים ביציות מן האישה ומפגישים אותן עם תאי הזרע במבחנות במעבדה, בתנאים מתאימים. אחרי ההפריה מגדלים את העובר במעבדה זמן קצר, ואחר כך משתילים אותו בגופה של האישה ומאפשרים לו להמשיך להתפתח כרגיל ברחם האישה.

נהוג להשתיל ברחם כמה עוברים, כי לא כולם מצליחים להיקלט ולהמשיך להתפתח. אך במקרים רבים, נקלט בהצלחה יותר מעובר אחד, והתוצאה: היריון של תאומים ואף של יותר עוברים. במקרים שבהם הגבר מייצר מעט תאי זרע או שאיכות תאי הזרע ירודה מאוד (לדוגמה, יכולת התנועה שלהם פגועה) אפשר להסתפק אפילו בזרעון אחד ולהזריק אותו ישירות אל תוך ביצית, כדי לקבל את הזיגוטה.

אחד היתרונות של הפריה חוץ-גופית הוא, שהיא מאפשרת לעשות **אבחון גנטי טרום-השרשה**: אפשר לבדוק את החומר התורשתי של העובר לפני שמשתילים אותו ברחם האישה. כך אפשר לגלות אם העוברים נושאים גנים פגומים, הגורמים למחלות תורשתיות קשות, ולבחור רק את העוברים שאינם נושאים את הגן של המחלה.

הטכנולוגיה של ההפריה החוץ-גופית טומנת בחובה גם בעיות אתיות. לדוגמה, בעזרתה אפשר לייצר "תינוקות בהזמנה", בעלי תכונות רצויות כגון מראה חיצוני או זווית מבוקש. לאפשרויות כאלה עשויות להיות השלכות מרחיקות לכת על הרכב החברה האנושית ועל תפקודה.

הפריה חוץ-גופית בפרות

כאשר רוצים לטפח עדרי בקר משובחים (לצורך קבלת חלב או בשר), מגדלי הבקר בארץ בוחרים פרים ופרות "מצטיינים" לצורך הפריה: מפריים את הפרות הנבחרות בעדר בתאי הזרע של הפרים המובחרים, או שואבים מהן את הביציות ומפריים אותן (בהפריה חוץ-גופית) בתנאי מעבדה בתאי זרע שנאספו מן הפרים המובחרים. את העוברים שמתקבלים משתילים ברחם של **פרות אומנות** ("מאמצות"). בארץ יש כמה נקבות וזכרים "מצטיינים", שהם ההורים של כמעט כל עדרי הפרות בישראל!

האבקה מלאכותית של צמחים

האבקה מלאכותית נעשית על ידי האדם (ולא על ידי חרקים או על ידי הרוח). האדם מעביר אבקה מפרח לפרח, כדי להגדיל את יעילות ההפריה או כדי ליצור מפגש בין אבקה ממקור אחד לצלקות של פרחים אחרים. הפריה כזאת מקובלת מאוד בגידול תמרים ופיסטוקים, ונחקרה גם [בעצי שקד](#).

הצעות דידקטיות

א. תיאור תהליך ההוראה

שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה: הנושא "הפריה" נועד להציג בפני התלמיד את תהליך ההפריה, על הדמיון והשוני שבין כל היצורים החיים.

בפרק זה התלמידים מכירים את תאי הרבייה ולומדים על המפגש ביניהם, ובהקשר זה הם מתוודעים לראשונה למערכות הרבייה של הגבר והאישה. בשלב זה ההיכרות היא שטחית, ומתמקדת רק באברים המייצרים את תאי הרבייה. היכרות מעמיקה יותר תיעשה בתת-הנושא השלישי, העוסק בהתבגרות.

רצף ההוראה

שיעור 1-2: היכרות עם תאי הרבייה

בשלב ראשון עושים היכרות עם תאי הרבייה – **תאי זרע ותאי ביצה** – ומאפייניהם, ומסכמים את המידע בטבלת השוואה. בטבלה מציינים פרטים על גודל התאים, צורתם, הרכב חומרי המזון שלהם, מספר התאים וכדומה. הטבלה מאפשרת לזהות את המשותף לתאי הזרע ולתאי הביצה: שניהם נוצרים מתאים שעברו חלוקת הפחתה, ומכילים מספר זהה של כרומוזומים.

מקיימים דיון על **ההתאמה בין המבנה לתפקוד** של תאי הרבייה, ומוסיפים בטבלת ההשוואה עמודה ובה מפרטים את ההתאמות לתפקיד. בשלב זה חשוב להדגיש את הצורך של תאי הרבייה בסביבה מימית, בתור הקדמה לנושא הבא.

שיעור 3-5: דרכי הפריה

מסבירים את המונח הפריה: התלכדות של תאי הרבייה ויצירת **זיגוטה**, שממנה יתפתח **העובר**. דנים בשאלה: כיצד נפגשים תאי הרבייה באותו מקום ובאותו זמן? תלמידים האוספים מידע לתלקיט "פרופיל של יצור", יתבקשו להתקדם בהכנת התלקיט ולהכיר בשלב זה את דרך ההפריה של היצור החי שהם עוסקים בו. אפשר לחלק את התלמידים לקבוצות; בכל קבוצה יקראו התלמידים קטעי מידע (מתוך ספר הלימוד או מתוך התלקיטים שהכינו) ובהם דוגמות להפריה של יצורים ממחלקות שונות (2-3 דוגמות מכל מחלקה). כך ייחשפו התלמידים למונחים **הפריה פנימית** ו**הפריה חיצונית** ויכירו את התנאים הדרושים להפריה. תלמידים העובדים בקבוצות יכולים להיעזר בכרטיסייה הבאה:

כרטיסיית הפריה (לעבודה בקבוצות)

שם היצור:

שייך למחלקה:

סביבת החיים של הבוגר: מים / יבשה

סביבת ההפריה: מים / יבשה

מספר תאי הרבייה: עשרות / מאות / אלפים

מקום הפריה: פנימית (בתוך גוף הנקבה) / חיצונית (מחוץ לגוף הנקבה)

לאחר העבודה בקבוצות, התלמידים חוזרים למליאת הכיתה, ונציג מכל קבוצה מציג בקצרה את דרך ההפריה של היצור שחקרו. אם משתמשים במידע שנאסף לתלקיט הפרופיל, מבקשים מהתלמידים להציג את הממצאים ולמלא את הטבלה, המרכזת את דרכי ההפריה במחלקות השונות.

מחלקת הזוחלים	מחלקת העופות	מחלקת היונקים	מחלקת הדו-חיים	מחלקת הדגים	מחלקת החרקים	
						סביבת החיים של הבוגר
						סביבת ההפריה
						מספר תאי הרבייה
						הפריה פנימית / חיצונית

עושים סיעור מוחות ודנים בשאלות:

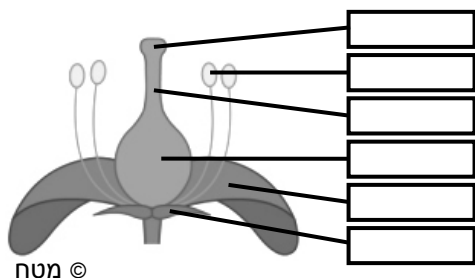
- האם אפשר למצוא קשר בין סביבת החיים של היצור (יבשתית או מימית) לבין דרך ההפריה, וכיצד אפשר להסביר קשר זה?
 - האם אפשר למצוא קשר בין דרך ההפריה לבין מספר תאי הרבייה, וכיצד אפשר להסביר קשר זה?
- עושים טבלת השוואה בין הפריה פנימית להפריה חיצונית או מתאימים בין היגדים לבין דרך הרבייה (לדוגמה: מתרחשת מחוץ לגוף הנקבה, נפוצה בסביבה מימית, דרוש מגע בין הזכר והנקבה וכדומה).

שיעור 6: היכרות ראשונית עם מערכת הרבייה באדם

בשיעור זה יכירו התלמידים, היכרות כללית בלבד, את מבנה מערכת הרבייה באדם. (בשלב זה כדאי להציג את מערכות הרבייה של הגבר ושל האישה בלי להיכנס לפירוט רב. נרחיב עליהם בתת-הנושא הרביעי, בשלב ההתבגרות). בהמשך הערכה נעסוק בנושא ביתר פירוט. את ההיכרות הראשונית עם מערכות הרבייה הזכרית והנקבית אפשר לעשות דרך ניתוח איור או מפה אילמת, או דרך ייצוג דינמי באתר [אופק לחטיבות הביניים](#), כדי להכיר את המושגים: שחלה, חצוצרה (צינור ביצים), רחם, נרתיק, אשכים. המיקוד בתת-נושא זה הוא באברים שתאי הרבייה נוצרים בהם.

שיעור 7: אברי הרבייה בצמחים

בודקים בכיתה מגוון רחב של פרחים בגדלים שונים, בצבעים שונים, חד-זוויגיים ודו-זוויגיים. זיהוי חלקי הפרח הזכריים (אבקנים – זיר ומאבק) והנקביים (עלי – שחלה, עמוד עלי וצלקת), זיהוי גרגרי האבקה וכן שאר חלקי הפרח ותכונותיהם (מספר עלי הכותרת וצבעם, עלי הגביע, צופנים ושבילי צוף). בבדיקה מבחינים בפרטים המשותפים לפרחים ממינים שונים ובפרטים המבדילים ביניהם ומתבוננים בגרגרי האבקה ובביציות. מבקשים מהתלמידים לרשום את השמות של חלקי מערכת הרבייה של הצמחים:

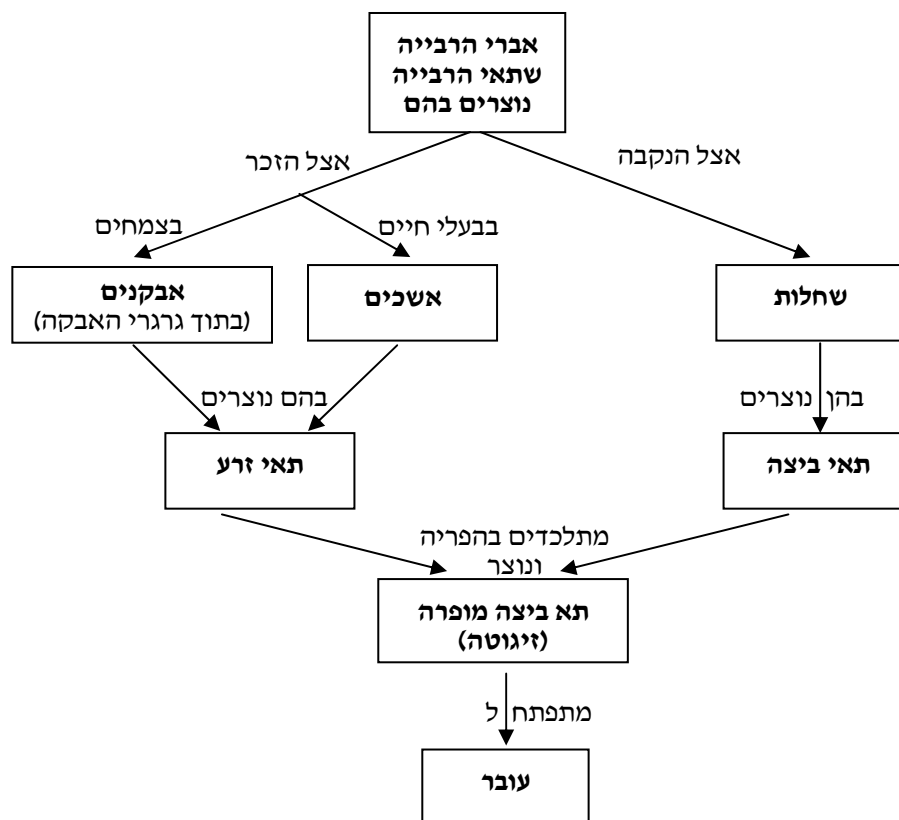


שיעור 8-10: האבקה והפריה בצמחים

עושים סיעור מוחות בשאלה: כיצד נפגשים תאי הרבייה של הצמחים, שהרי הם אינם יכולים לזוז ממקום למקום לצורך המפגש? מסבירים את המונחים **האבקה עצמית והאבקה זרה**, ומציגים את דרכי האבקה הבאות: באמצעות רוח ובאמצעות בעלי חיים. אפשר לעשות פעילות של התאמת מבנה הפרח ותכונותיו לדרך ההאבקה, בעזרת פרחים חיים, תמונות או הפעילויות המתוקשבות באתר [מחזור הרבייה](#) ובאתר [אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב](#). חשוב להדגיש שההאבקה היא תנאי הכרחי להפריה, אך היא איננה ההפריה עצמה, אלא מתרחשת לפניה. אחר כך מתארים את תהליך ההפריה בפרחים: צמיחת הנחשון דרך העלי והתלכדות תא הזרע עם תא הביצה ליצירת הזיגוטה.

לסיכום נושא ההפריה, מסכמים באיור את אברי הרבייה ואת תאי הרבייה בבעלי חיים ובצמחים, כדוגמת האיור שלפניכם.

יצירת תאי רבייה והפריה



כמו כן, מומלץ לבצע את המשימה: [על קיפודים וזיתים](#).

שיעור 11-12: מעורבות האדם בהפריה

מתוודעים לבעיות פוריות אנושיות שונות דרך כתבות. דנים בבעיות ובפתרון. מכירים את השימוש בהזרעה מלאכותית ובהאבקה מלאכותית לתועלת האדם. עושים פעילות בנושא **ביו-אתיקה**: מחלקים את הכיתה לקבוצות. כל קבוצה מקבלת כתבה העוסקת בסוגיה רגישה כמו הפריה מלאכותית בגיל מבוגר, תרומת זרע,

אם פונדקאית וכדומה. לקראת הוראת הנושא, כדאי לאסוף כתבות העוסקות בסוגיות אלו, שהתפרסמו בעיתונות הכתובה או ברשת האינטרנט. התלמידים מתבקשים לקרוא את הכתבה ולהציג טענות בעד ההליך שעליו קראו בכתבה ונגדו. לאחר דיון בקבוצות אפשר לקיים במת דיון כיתתית, ובה נציג מכל קבוצה מתאר את הכתבה שקראו, והקהל טוען טיעונים בעד או נגד. אפשר לבצע את המשימה המתוקשבת [ייעוץ גנטי](#), שבאתר [גנאטיקה](#).

ב. קשיים אופייניים

1. התלמידים יוצרים הקשר מוטעה של המושג **רבייה זווית** עם המושג **הפריה פנימית**. הם סבורים בטעות, שכל היצורים שמתרבים ברבייה זווית עושים זאת בהפריה פנימית.
2. התלמידים חושבים שרבייה זווית כרוכה בהזדווגות של הזכר והנקבה.
3. התלמידים חושבים שחרקים מגיעים אל הפרח כדי להאביק אותו. תפיסה זו מקורה בהאנשה.

ג. המלצות להתמודדות עם הקשיים

1. יש להציג דוגמות מגוונות ככל האפשר של מינים המתרבים ברבייה זווית, שאצל חלקם ההפריה היא פנימית (בעיקר יצורים יבשתיים), ואצל אחרים ההפריה חיצונית (בעיקר יצורים ימיים).
2. הפריה פנימית (ולא רבייה זווית) קשורה בדרך כלל עם הזדווגות, אם כי לא תמיד זה המצב. אצל יצורים אחדים (לדוגמה, עקרבים) הזכר מפריש תיק זרע ומצמיד אותו לקרקע, ואחר כך הוא מוליך את הנקבה כך שפתח הרבייה שלה מגיע אל תיק הזרע, והיא קולטת אותו אל תוך גופה. במקרה כזה ההפריה היא פנימית, אך בלא הזדווגות.
3. הבנת המושג **יחסי גומלין** בין יצורים חיים תסייע בהבנת יחסי פרח-מאביק. התלמידים יבינו כי ההאבקה נעשית בעת שהחרק מחפש מזון בפרח, ושהיא אינה המטרה של החרק. שוב, יש להדגיש שבעלי חיים אינם מתכננים את דרך הרבייה שלהם. הם קולטים אותות מן הסביבה ומגיבים אליהם. התנהגויות בעלות יתרון הישרדותי התרבו באוכלוסייה ושרדו בתהליך האבולוציה.

טבלת תכנון ה.ל.ה.

טווח שעות מומלץ: 12–15 שעות

נושא	מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפניה לחומרי למידה	משימות הערכה
הפריה ותאי הרבייה	- תאי רבייה (תא זרע ותא ביצה) - הפריה - זיגוטה (ביצה מופרית) - עובר	- ניתוח איור - השוואה - טיעון	- ניתוח ההבדלים בין תאי הרבייה - טבלת השוואה: דמיון ושוני בין תאי רבייה - דיון: התאמה בין מבנה תאי הרבייה לתפקודם	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 57–58	
דרכי הפריה	- הפריה חיצונית - הפריה פנימית - סביבה מימית - יצורים יבשתיים - יצורים ימיים	- איסוף ועיבוד מידע (הוספת מידע על הפריה בתלקיט היצור) - השוואה - דיון	- עבודה קבוצתית: דרכי הפריה בבעלי חיים - טבלה מסכמת: דרכי הפריה במחלקות שונות - דיון: תנאי הסביבה והפריה	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 66–74	
הפריה באדם	- אברי הרבייה הזכריים והנקביים	- עיבוד מידע - ארגון מידע בדרך גרפית	- הכרת אברי הרבייה באדם (רק בהקשר של הפריה, בלי לעסוק במחזור החודשי) - בעזרת מפה אילמת או תמונות	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 56–58, עמ' 75 - מערכת הרבייה של הגבר: באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב - ובאתר מחזור הרבייה - מערכת הרבייה של האישה: באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב - ובאתר מחזור הרבייה - הפריה באדם: באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב - ובאתר מחזור הרבייה	
האבקה והפריה בצמחים	- פרח - עלי כותרת - אבקנים (מאבק, זיר) - גרגרי אבקה - עלי (עמוד עלי, שחלה, צלקת) - פרח דו־זוויגי - פרח חד־זוויגי - האבקה עצמית - האבקה זרה - מאביקים	- תצפית - ניתוח איור - הסקת מסקנות	- בדיקת פרחים והתבוננות בגרגרי אבקה ובביציות - השלמת מפה אילמת של מבנה הפרח - פעילות מתוקשבת: התאמה בין הפרח לדרך ההאבקה ולמאביקים - ניתוח או בנייה של מפת מושגים על תאי רבייה והפריה ביצורים חיים	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 80–86, 88–94, 180 - האבקת פרחים: באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב - ובאתר מחזור הרבייה - הפריה בצמחים: באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב - ובאתר מחזור הרבייה - משימה: על קיפודים וזיתים	
מעורבות האדם בהפריה	- הפריה מלאכותית - הפריית מבחנה (חוץ־גופית) - הזרעה מלאכותית	- ניתוח מאמר מדעי - טיעון	- איסוף כתבות (על בעיות פוריות ופתרון) וניתוחן - האבקה והזרעה מלאכותיות - פעילות בסוגיות ביו־אתיות	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 76–77, 95 - ייעוץ גנטי, באתר גנאטיקה - משימה: הפריית מבחנה - פעילות: הפריית מבחנה	

תת-נושא 3: התפתחות העובר והצאצאים

מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)

- התלמידים ידעו שהזיגוטה מתפתחת לעובר על ידי חלוקת תאים והתמיינותם.
- התלמידים יבינו שכמו לכל היצורים החיים, גם לעובר יש צורכי קיום: מזון, מים, נשימה, הפרשת פסולת והגנה.
- התלמידים ידעו שהתפתחות העובר מתרחשת תמיד בסביבה מימית, בין אם הוא מתפתח בתוך ביצה בין אם הוא מתפתח בגוף האם.
- התלמידים ישוו בין דרכים שונות של התפתחות העובר ויעמדו על ההתאמות בין דרך ההתפתחות לסביבת החיים.
- התלמידים יכירו את עובר הצמח ואת מקום התפתחותו.
- התלמידים יעשו תצפיות בביצת תרנגולת, בפרות ובזרעים, יזהו את חלקיהם ויעמדו על ההתאמות בין מבנה לתפקיד.
- התלמידים יכירו אמצעים טכנולוגיים שונים, שהאדם עוקב בעזרתם אחרי התפתחות העובר האנושי.
- התלמידים ידעו שצאצאים של בעלי חיים באים לעולם בדרכים שונות: בקיעה, השרצה, המלטה ולידה.
- התלמידים יבינו שרק מקצת העוברים והצאצאים שורדים ומגיעים לבגרות.
- התלמידים ישוו בין אסטרטגיות שונות לטיפול בצאצאים (מעט צאצאים והשקעה רבה בטיפול בהם; צאצאים רבים וטיפול מועט בהם).
- התלמידים יבינו כי האדם משקיע זמן רב בטיפול מסור בצאצאיו.
- התלמידים יכירו את ההתפתחות בדרך של גלגול בדו־חיים ובחרקים.
- התלמידים יתכננו ויבצעו ניסויים לבדיקת נביטה בתנאים שונים.
- התלמידים יקראו מפת מושגים וינתחו אותה.

רקע מדעי

אחידות בתהליך התפתחות העובר בטבע

בכל היצורים החיים שמתרבים ברבייה זוויגית (בעלי חיים וצמחים כאחד), מתפתח עובר. יש דמיון רב בתהליך התפתחות העובר אצל כל היצורים החיים, ומשום כך, בשלב זה של מחזור החיים אפשר למצוא דוגמות לעקרונות האחידות בעולם החי והצומח.

לדוגמה, בכל היצורים החיים יש דמיון בתהליכים העיקריים המעצבים את העובר: בחלוקת התאים, בהתמיינות התאים ובתנאים הדרושים להתפתחות העובר (מזון, הגנה, סביבה לחה וכדומה).

התחלקות תאים והתמיינות תאים

הזיגוטה, הנוצרת בשלב ההפריה, היא תא בודד. תא זה מתחלק לשני תאים, כל אחד מהם מתחלק אף הוא לשני תאים, וכן הלאה. קצב החלוקות נמרץ ביותר. לדוגמה, אצל האדם, חלוקה של הזיגוטה יוצרת מאתיים מיליון תאים בתשעה חודשים!

חלוקת התאים בתהליך התפתחות העובר היא חלוקת מיטוזה: כל אחד מתאי הבת המתקבלים בתום החלוקה הוא העתק מדויק של התא המקורי. כל אחד מהם מכיל את כל זוגות הכרומוזומים שיש בתא המקורי.

אבל, חלוקת התאים אינה יכולה להקנות לעובר את צורתו הייחודית: אילו היו התאים רק מתחלקים עוד ועוד, היה היצור נראה כמו גוש ענק של תאים זהים. כדי שתיווצר הצורה המורכבת של הגוף, התאים עוברים תהליך שנקרא **התמיינות**: הם מתארגנים בקבוצות, משנים צורה ורוכשים את התפקידים המיוחדים רק להם. לדוגמה, מקצת התאים של העובר הופכים לתאים של העין, תאים אחרים "מתמחים" להיות תאי עצב, וצורתם ותפקידם יהיו שונים מאלו של תאי הקיבה.

בתחילת ההתפתחות העוברית, לפני שההתמיינות מתחילה, כל התאים דומים זה לזה, והם נקראים **תאי גזע**. תאי הגזע מתחלקים בקצב מהיר, וכל אחד מהם יוכל להתמייין בעתיד לכל תא שהוא: תא כבד, תא עצב, תא עור וכדומה. בהמשך התפתחות העובר, קצב חלוקת התאים מואט, והם מתחילים להתמייין. בשל יכולתם של תאי הגזע להתמייין לכל מגוון התאים והרקמות של הגוף, המדענים מנסים להשתמש בהם כדי לטפל באנשים שזקוקים להשתלת תאים או רקמות. המטרה היא לגרום לתאי הגזע להתמייין במעבדה לרקמות הדרושות ואז להשתיל אותן בחולים. לדוגמה, אם יצליחו המדענים לכוון את תאי הגזע להתמייין לרקמת עור, הם יוכלו לגדל רקמה כזאת במעבדה ולהשתיל אותה בנפגעי כוויות.

כאמור, שני התהליכים הבסיסיים המעצבים את העובר – חלוקת התאים והתמיינותם – דומים בכל היצורים החיים.

התפתחות עובר בתוך ביצה

רוב העוברים של בעלי החיים מתפתחים בתוך ביצים: אצל יצורים המתרבים בהפריה חיצונית (במים), הביצים המופרות נשארות במים, מחוץ לגוף הנקבה, והעובר מתפתח בהן (לדוגמה, דגים ודו-חיים). אצל רוב היצורים שמתרבים בהפריה פנימית (ביבשה), הנקבות מטילות את הביצים המופרות, כך שגם אצלם העובר מתפתח מחוץ לגוף הנקבה, בתוך הביצה (לדוגמה, חרקים, זוחלים ועופות). הקבוצה היחידה שבה העובר מתפתח בתוך גוף האם ולא בתוך ביצה, היא קבוצת היונקים.

כיצד הביצים מספקות לעוברים שבתוכן את התנאים הדרושים להתפתחותם?

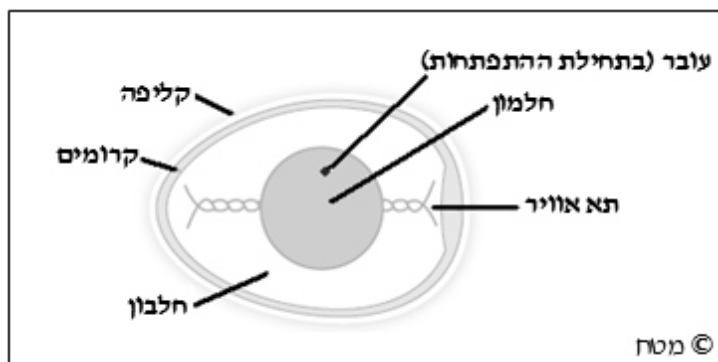
1. עוברים שמתפתחים בתוך ביצים זקוקים ל**מאגר מזון** גדול שיספיק לכל תקופת התפתחותם. ואכן, הביצים שהנקבות מטילות מכילות מזון: חלבון עשיר בחלבונים ובשומנים, וחלבון המכיל חלבונים ומים.
2. העוברים צריכים **סביבה מימית** להתפתחותם, והביצה מספקת גם צורך זה. בהקשר לכך, בולטת ההתאמה בין מבנה הביצים לתנאי הסביבה שבה הן מוטלות. ביצים שהוטלו במים (לדוגמה, של דגים ושל

דורחיים) הן פשוטות, יחסית, ועטופות בקרום דק. לעומתן, ביצים שהוטלו ביבשה (לדוגמה, של זוחלים ושל עופות) מכילות בתוכן מערכת קרומים שעוטפת את העובר, והקרומים כולאים בתוכם נוזל. כך, על אף שהביצה של הזוחל או של העוף הוטלה ביבשה, העובר מתפתח בתוכה בסביבה מימית. הקרום העוטף את העובר, נקרא **שפיר**, והנוזל הממלא את הרווח בינו לבין העובר, נקרא **מי שפיר**. מי השפיר מגנים על העובר מפני התייבשות וגם בולמים זעזועים וחבלות, שעלולים לפגוע בו. בדרך כלל, ביצים כאלה גם מוקפות בקליפה קשה שמספקת עוד **הגנה** מפני התייבשות ומפני פגיעות.

3. דרך הקרומים שבתוך הביצים של הזוחלים והעופות, נעשים גם תהליך ה**נשימה** של העובר (חילוף הגזים – חמצן ופחמן דורחמצני), וגם תהליך **סילוק ההפרשות** שלו.

4. עוברים של עופות זקוקים ל**טמפרטורה קבועה** כדי להתפתח (גם חום גופם של עופות בוגרים הוא קבוע). בטמפרטורות גבוהות יותר או נמוכות יותר, ימותו העוברים. בהתאמה, העופות דוגרים על הביצים שלהם, והדגירה מספקת לעוברים הן את הטמפרטורה המתאימה להתפתחותם הן הגנה מפני פגיעות ומפני טורפים.

חתך בביצת תרנגולת



הדגרה מלאכותית

כדי לקבל מספר גדול של אפרוחים בבת אחת, פותח מתקן שנקרא **מדגרה**, ולתוכו מכניסים את הביצים המופרות. המדגרה מספקת לעוברים שבתוך הביצים את התנאים המיטביים (האופטימליים) להתפתחותם: טמפרטורה, לחות ואוויר מתאימים, וכך היא מחליפה את אימא תרנגולת.

הערה בנוגע לביצים שאנו אוכלים: כדאי להסביר לתלמידים, שהביצים שאנו קונים למאכל אינן מופרות, כלומר אינן מכילות עוברים. בלול התרנגולות אין תרנגולים, ולכן אין הפריה. רק כאשר רוצים לגדל דור חדש של תרנגולות, מגדלים את הנקבות בלולי רבייה מיוחדים יחד עם זכרים (ביחס של זכר אחד לכל עשר נקבות). הביצים המופרות נמצאות במדגרה עד שהאפרוחים בוקעים מהן.

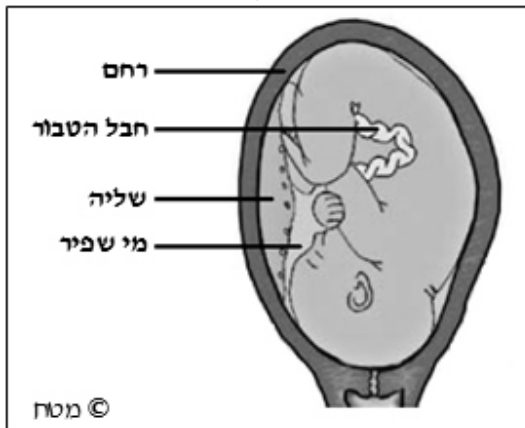
הטלה והשרצה

רוב החרקים, הדגים, הזוחלים והעופות, **מטילים** את הביצים, והעוברים **בוקעים** מהן. אבל יש מיני דגים, דורחיים וזוחלים, שאינם מטילים את הביצים: העוברים מתפתחים בתוך הביצים, אבל הביצים נשארות בגוף האם. כשמגיע זמנם, הצאצאים בוקעים מן הביצים בתוך גופה של האם, ואחר כך היא **משריצה** אותם החוצה. דוגמות למינים משריצים: גמבוזיה וגופי (דגים), סלמנדרה כתומה (דורחיים), נחש חנק וחומט הפסים (זוחלים).

עובריים בתוך גוף האם

עובריים היונקים מתפתחים בתוך גופה של האם. חלוקות התאים הראשונות של הזיגוטה נעשות תוך כדי נדידתה מן החצוצרה (שם התרחשה ההפריה) אל הרחם. כאשר העובר מגיע אל הרחם, הוא נקלט בתוך שכבת הרירית, בתהליך שנקרא **השרשה**. מרגע זה מתחיל **היריון**. הרחם הוא הסביבה שהעובר מתפתח בה, והוא מספק לעובר את כל צרכיו: מזון, חמצן לנשימה, סביבה מימית, סילוק הפרשות והגנה.

עובר בתוך הרחם



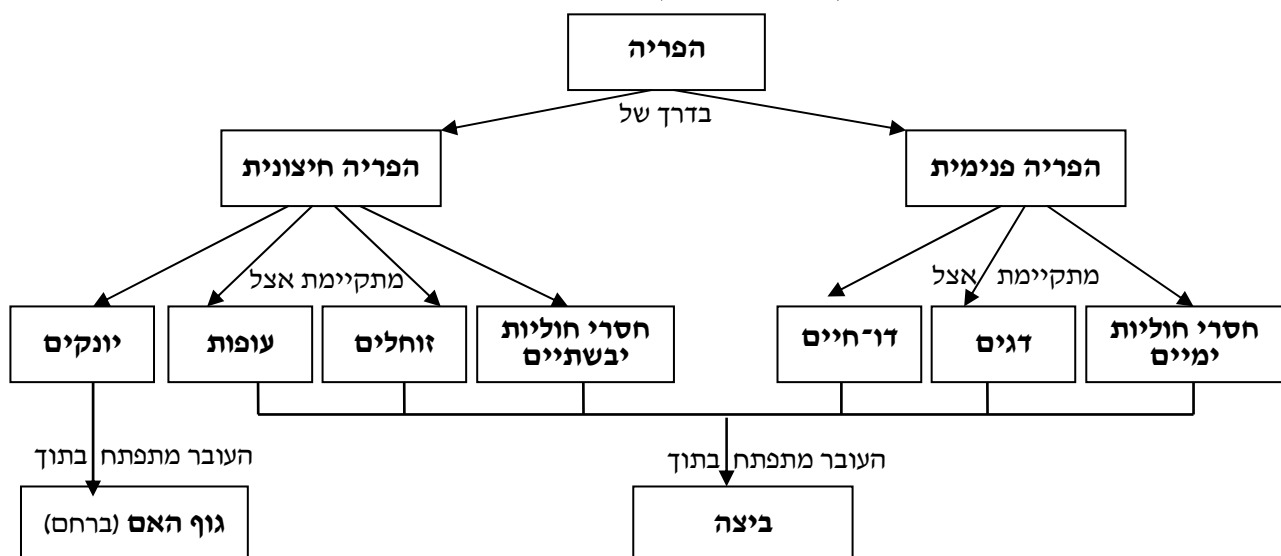
האבר שדרכו העובר מקבל את צרכיו נקרא **שליה**. השליה היא אבר זמני, שנוצר בתחילת ההיריון, והעובר מחובר אליה דרך **חבל הטבור**. השליה עשירה בכלי דם, מקצתם בצד העוברי ומקצתם בצד האם. חומרים שונים עוברים מן הדם שבצד האימהי של השליה אל הדם שבצד העוברי ולהפך: חמצן ומזון עוברים מן האם אל העובר, ופחמן דו-חמצני וחומרי פסולת עוברים מן העובר אל האם. לא כל דבר יכול לעבור דרך השליה: מזון וגזים (וחומרים אחרים כמו נוגדנים) יכולים לעבור דרכה, אך רוב החיידקים והנגיפים אינם יכולים לעבור דרכה.

כמו העוברים של הזוחלים ושל העופות, המתפתחים בתוך ביצים, גם עובריים היונקים עטופים בקרומים בתוך גופה של האם. גם ליונקים יש קרום שפיר, שעוטף את העובר וכולא בתוכו נוזל. נוזל זה, הנקרא **מי שפיר**, מספק לעובר את הסביבה המימית שהוא זקוק לה, ומגן עליו מפני פגיעות ומפני התייבשות.

המלטה ולידה

בתום תקופת ההיריון, עובריים היונקים יוצאים אל העולם בדרך שנקראת **המלטה**. נקבות היונקים ממליטות בכל פעם בין צאצא אחד לצאצאים אחדים. בני האדם יוצאים אל העולם **בלידה**. בדרך כלל נולד תינוק אחד, אך לעתים נולדים תאומים, ובמקרים נדירים עוד יותר – שלישיות ואף רביעיות.

דרך ההפריה ומקום התפתחות העובר



הישרדות העוברים והצאצאים

הצאצאים בטבע חשופים לסכנות רבות. כל מה שיכול לפגוע בביצים או בצאצאים הצעירים הוא בגדר סכנה לדור ההמשך: פגעי מזג אוויר, מחסור במזון, הרס של שטח המחיה, טורפים ועוד. אם כן, כיצד הם שורדים?

בהקשר של גידול הצאצאים, מבחינים בשתי אסטרטגיות קיום: האחת נקראת **אסטרטגיית ז'**, והיא מאופיינת במספר גדול של צאצאים, שההורים אינם מטפלים בהם. בבעלי חיים שאסטרטגיה זו מאופיינת אותם, רוב הצאצאים אינם שורדים, אך די במעטים ששורדים (ומעמידים צאצאים בעצמם) כדי להמשיך את קיומו של המין. האסטרטגיה השנייה נקראת **אסטרטגיית K**, והיא מאופיינת במספר קטן של צאצאים, אך במקרה זה ההורים (או בוגרים אחרים) מטפלים בהם. בזכות ההשקעה הרבה של ההורים בהגנה על הצאצאים ובטיפול בהם לאורך זמן, רוב הצאצאים (המעטים מלכתחילה) שורדים, והם ממשיכים את קיומו של המין.

האסטרטגיה שבה אין טיפול הורי אופיינית בעיקר למינים המפותחים פחות: רוב המינים של חסרי החוליות (כגון חרקים, אלמוגים, תולעים, חלזונות ומדוזות), רוב הדגים, רוב הדו-חיים וזוחלים רבים, מטילים ביצים רבות מאוד, ומיד אחר כך עוזבים אותן בלא השגחה. ביצים רבות נטרפות או מתייבשות, ואם בקעו מהן צאצאים, מקצתם נטרפים או מתייבשים, מתים מרעב או קופאים מקור. אך, כאמור, די במספר הקטן, יחסית, של ביצים ושל צאצאים ששורדים, כדי להמשיך את קיומו של המין.

האסטרטגיה שבה יש טיפול הורי אופיינית בעיקר ליצורים ממחלקת העופות וממחלקת היונקים. במינים אלו ההשגחה על הדור הבא מתחילה כבר כשהצאצאים הם עוברים, ונמשכת גם אחרי שהם יוצאים אל העולם. העופות דוגרים על הביצים שהטילו, וכך הם גם מגנים על הביצים מפני טורפים וגם מספקים לעוברים טמפרטורה קבועה, המתאימה להתפתחותם. גם לאחר הבקיעה ההורים ממשיכים לטפל בצאצאים. היונקים מעניקים לצאצאיהם את הטיפול המסור ביותר. בתור עוברים, הם מתפתחים בתוך הגוף המוגן, החם והמזין של האם. בהיותם גורים צעירים הם מקבלים ממנה מזון (הם יונקים חלב, ומכאן שמם), וגם בהמשך גדילתם, הצאצאים זוכים להשגחה ולומדים מההורים התנהגויות חיוניות להישרדותם. הטיפול הממושך ביותר בצאצאים מאפיין את המין האנושי. הטיפול כולל סיפוק צרכים גופניים ונפשיים וכן תהליכי הוראה למידה ארוכים.

מעניין לבחון את הטיפול ההורי אצל העופות שמטפלים בגוזלים, לעומת עופות שמטפלים באפרוחים. **גוזל** הוא צאצא שבוקע מן הביצה עיוור, עירום וחסר אונים. הגוזלים תלויים לחלוטין בהוריהם, שמאכילים אותם, מחממים אותם ושומרים עליהם. **אפרוח** בוקע מן הביצה בעיניים פקוחות, כשהוא מכוסה פלומה. הוא עצמאי יותר מן הגוזל: זמן קצר לאחר הבקיעה הוא כבר הולך אחרי ההורים, מסוגל ללקט מזון בכוחות עצמו, ורק מדי פעם הוא מקבל מן ההורים חימום והגנה.

הורים לגוזלים מטילים את ביציהם במקומות שקשה להגיע אליהם: על עצים (רוב ציפורי השיר, חסידות, יונים) או על מצוקים (נשרים, יונת הסלע). כך הם מגנים על הביצים ועל הגוזלים מפני טורפים. לפיכך, מספר הביצים שהם מטילים קטן יחסית. הורים לאפרוחים (ברווזים, אווזים, חוגלות), אינם מטילים את הביצים במקומות גבוהים (האפרוחים מתרוצצים מיד אחרי הבקיעה, והם עלולים ליפול למטה ולהתרסק). לפיכך, רובם מטילים את הביצים על הקרקע. ואולם, על הקרקע אורבות סכנות רבות של טריפת הביצים או האפרוחים, ולפיכך מספר הביצים המוטלות גדול יותר.

ההתפתחות בדרך של גלגול בדור־חיים ובחרקים

אצל בעלי חיים רבים הצאצאים דומים מאוד להוריהם. לעתים צבעי גופם שונים מצבעי הוריהם, לעתים אין להם קרניים כמו לבוגרים, אך די להעיף בצאצאים מבט קצר כדי להבין מי ההורים שלהם. לעומת זאת, אצל מינים אחרים הצאצאים כלל אינם דומים להוריהם: לא בצורתם, לא במזונם ואף לא בסביבה שהם חיים בה. התפתחות כזו של צאצאים, שבה צורת הגוף משתנה, המזון שהם אוכלים משתנה, ולפעמים גם סביבת החיים משתנה, נקראת **גלגול**. הדוגמות המוכרות ביותר של בעלי חיים המתפתחים בדרך של גלגול הן הדור־חיים והחרקים.

גלגול בחרקים

כל החרקים מתפתחים בדרך של גלגול, חלקם בדרך של **גלגול מלא** ואחרים – **בגלגול חסר** (גלגול חלקי). דוגמות לחרקים המתפתחים בדרך של גלגול מלא: פרפרים, זבובים, חיפושיות, יתושים ושפיריות. במחזור חייהם של חרקים אלו ארבעה שלבים: ביצה, זחל, גולם ובוגר. הזחל הבוקע מן הביצה מבלה את רוב זמנו באכילה וגופו גדל, עד שבשלב כלשהו הזחל מפסיק לאכול, ומתעטף במעין קופסה. זה שלב ה**גולם**. כלפי חוץ הגולם הוא דומם, אבל בתוך ה"קופסה" מתחוללים שינויים גדולים, שבסופם מגיח החוצה חרק **בוגר** בעל כנפיים. החרק הבוגר שונה מן הזחל שבקע מן הביצה בצורתו החיצונית, בסביבת החיים שלו ובמזונו. רק הבוגר יכול להתרבות.

לדוגמה, אצל השפירית, הזחלים בוקעים מן הביצים שהוטלו במים, שם הם גדלים ומתגלמים. הבוגרים המגיחים מן הגלמים, יוצאים מן המים ומתעופפים באוויר. שם הם מוצאים את בני זוגם, ולאחר ההפריה הנקבה מטילה את הביצים במים. לפיכך, זחל שפירית אינו דומה לבוגר: לא בצורתו, לא במזונו ולא בסביבת החיים שלו.

דוגמות לחרקים המתפתחים בגלגול חסר: חגבים, חרגולים, גמלי שלמה. במחזור חייהם של חרקים אלו שלושה שלבים: ביצה, זחל (נימפה) ובוגר. מן הביצה בוקע צאצא שדומה לבוגר, אלא שהוא קטן יותר, חסר כנפיים ואברי הרבייה שלו אינם בשלים. צאצא כזה נקרא **נימפה**. עם הזמן גדל הנימפה והופך לבוגר: הוא מצמיח כנפיים ואברי רבייה המסוגלים לתפקד.

הערה: חרקים חסרי כנפיים אינם עוברים גלגול. הם מתפתחים בדרך פשוטה: קטנים הופכים גדולים.

גלגול בדור־חיים

הצפרדע והקרפדה שייכות לדור־חיים, שמתפתחים בדרך של גלגול. השלבים בהתפתחותם הם: ביצה, ראשן ובוגר. הם מתחילים את חייהם במים בתור ראשנים, ואילו הבוגרים חיים גם ביבשה וגם במים. לדוגמה, אצל הצפרדע, מן הביצים בוקעים ראשנים, שדומים יותר לדגים מאשר לצפרדעים קטנות: הם חסרי גפיים, בעלי זנב ונושמים בעזרת זימים. הראשנים הם צמחוניים. במהלך התפתחותם, הגפיים מתפתחות, הזנב מתקצר עד שהוא נעלם ובמקום הזימים מתפתחות ריאות. לאחר כשישה שבועות מבקיעתו, הראשן הצמחוני ששוחה במים מתפתח לצפרדע טורפת חרקים שחיה ביבשה. רק הצפרדעים הבוגרות יכולות להתרבות.

טכנולוגיות למעקב אחרי התפתחות העובר האנושי

בימינו, בזכות פיתוח של טכנולוגיות חדשות, אפשר לעקוב אחר התפתחות העובר. האולטרה־סאונד, שפועל באמצעות גלי קול, מאפשר לצפות בפרטי העובר: לבדוק שהתפתחותו תקינה ואבריו מושלמים, ואפילו לזהות את הזוויג שלו. בדיקות מי שפיר מאפשרות לבדוק את החומר התורשתי של העובר: את הכרומוזומים

שבתאים שלו (כרומוזומים פגומים מעידים על פגמים ועל מחלות שונות, שאפשר למנוע) ולזהות **גנים** נושאי מחלות. בבדיקת מי שפיר אפשר גם לזהות בוודאות את הזוויג.

לפעמים, קורה שתינוקות יוצאים אל העולם לפני שהשלימו את התפתחותם ברחם (כלומר, לפני שהסתיימו תשעה חודשי היריון), ואז הם נקראים **פגים**. אפשר לומר, שפגים הם עוברים הנמצאים מחוץ לרחם. במקרים אלו עוזרים לפגים להשלים את התפתחותם בתוך אינקובטור (חממית), המספק להם טמפרטורה ולחות מתאימים והגנה מפני זיהומים. הפגים גם מקבלים הזנה מתאימה ובמקרה הצורך עוזרים להם לנשום.

העובר בצמח

גם עוברי הצמחים, כמו עוברים של בעלי החיים, מתפתחים מן הזיגוטה דרך שני התהליכים: חלוקת תאים והתמיינותם. תאי העובר מתחלקים, מתארגנים בקבוצות, משנים צורה ו"מתמחים" בתפקידים המיוחדים להם. כמו עוברים של בעל חיים, גם עוברי הצמחים זקוקים לתנאים המתאימים לקיומם: חומרי מזון, מים, חמצן לנשימה והגנה מפני סכנות שונות (פגיעה, טריפה והתייבשות). כיצד תנאים אלו מתקיימים בצמח?

עוברי הצמחים מתפתחים **בתוך גוף האם** – בתוך השחלה של הפרח, שם התרחשה ההפריה. לאחר ההפריה, הביצית המופרית מתפתחת לזרע שיש בתוכו **עובר וחומרי מזון**. מעטפת הביצית מתפתחת לקליפת הזרע. באותו זמן, השחלה מתפתחת לפרי, שעוטף את הזרעים. לפיכך, עוברי הצמחים הם בעלי הגנה כפולה: הן על ידי הזרע שהם נמצאים בתוכו הן על ידי הפרי שהזרעים נמצאים בתוכו.

התפתחותו של העובר בצמח, כמו התפתחותו של העובר בבעלי חיים, דורשת סביבה לחה. סביבה זו קיימת בשחלה של הפרח. אבל שלא כמו אצל בעלי חיים, בסיום התפתחותו, עובר הצמח אינו "יוצא לעולם" לחיים עצמאיים, אלא נכנס ל"תרדמה": כמות המים בזרע יורדת עד כדי כך, שתהליכי החיים כמעט נפסקים: חלוקת התאים נפסקת, וקצב הנשימה אטי מאוד. העובר "הרדום" צורך רק מעט חומרים ואנרגיה, והוא מקבל אותם ממאגר המזון שבזרע. יש מיני צמחים, שהזרעים שלהם יכולים להיות רדומים זמן ממושך מאוד (אפילו עשרות שנים).

הזרעים (והעובר שבכל אחד מהם) ניתקים מן הצמח ומתפזרים (נפוצים) בשטח. זה שלב **הפצת הזרעים**. הפיזור (לפעמים למרחקים גדולים) נעשה על ידי הרוח, המים, בעלי חיים שונים או במנגנונים של הפצה עצמית. רוב הזרעים אינם מצליחים לנבט בסביבה החדשה שנקלעו אליה מאחר שאין בה תנאים מתאימים לנביטה (ואז רבים מהם מתייבשים והעוברים שבתוכם מתים) או בשל הסכנות האורבות להם (בעלי חיים שאוכלים אותם או שרפות). לפיכך (כמו אצל בעלי חיים שאין אצלם טיפול הורי), הצמחים מייצרים כמויות גדולות מאוד של זרעים. הזרעים המעטים המצליחים לשרוד, לנבט, לגדול ולהתרבות, הם אלו שממשיכים את קיומו של המין.

מהם התנאים המתאימים לנביטה?

הנביטה תלויה בכמה גורמים סביבתיים, ובהם: כמות המים בקרקע, הטמפרטורה, מידת התאורה וכמות החמצן בקרקע.

כל הזרעים זקוקים למים ולחמצן בתהליך הנביטה. הנביטה יכולה להתרחש בטווח טמפרטורות מוגדר, המשתנה בין מיני הצמחים השונים. לדוגמה, זרעי חיטה יכולים לנבט בטמפרטורות של 3–43 מעלות

צלסיוס, ואילו זרעי מלון יכולים לנבוט בטמפרטורות של 16–50 מעלות צלסיוס. גם השפעת האור על הנביטה שונה בכל מין: יש מינים שהם אדישים לאור (שאינם זקוקים לתנאי הארה מיוחדים) כמו חיטה; יש מינים שזקוקים לאור כמו רוב הצמחים שהאדם תרבת וטיפח, ויש שזקוקים לחושך דווקא, והאור מעכב את נביטתם כמו חבצלת החוף.

תהליך הנביטה מתחיל כאשר הזרע קולט מים ותופח. חלוקת התאים של העובר שבזרע מתחדשת במלוא הקצב, והוא נובט. במהלך התפתחות העובר לנבט, הוא ניזון ממאגר המזון המצוי בתוך הזרע. לפיכך, תפקיד מאגר המזון בזרע של צמח דומה לתפקיד מאגר המזון בביצה (בבעלי חיים): הוא משמש את העובר עד שהוא מגיע לשלב שבו הצאצא הצעיר יכול לייצר מזון בעצמו (בצמחים – עד שהוא מתחיל לבצע את תהליך הפוטוסינתזה) או לאכול מזון (בבעלי חיים).

הצעות דיזקטיות

א. תיאור תהליך ההוראה

שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה: הנושא "התפתחות העובר והצאצאים" נועד להציג בפני התלמיד את התהליכים העיקריים המעצבים את כל העוברים, את התנאים הדרושים להתפתחותם ואת האסטרטגיות השונות בגידול צאצאים.

בפרק זה התלמידים עוסקים בהתפתחות הזיגוטה לעובר. ראשית, הם לומדים על התהליכים המעצבים את העובר – חלוקת התאים והתמיינותם. התלמידים משווים בין עוברים ממחלקות שונות ומתייחסים לדמיון ולשוני בצורכיהם, במקום ההתפתחות שלהם ובמשך התפתחותם. לאחר שהם לומדים על הסכנות האורבות לעוברים ולצאצאים, הם מכירים אסטרטגיות שונות של הישרדות הקשורות לטיפול של ההורים. נוסף על כך, הם נחשפים לדכי התערבות האדם בהתפתחות עוברים לתועלתו.

רצף ההוראה

שיעור 1: התנאים הדרושים להתפתחות עובר

מוצע להתחיל את הוראת הנושא בדיון בשאלה: כיצד מתפתח **עובר** מזיגוטה (ביצה מופרית)? מציגים את הבדלי הגודל בין הזיגוטה לבין העובר השלם. מסבירים את עקרונות **חלוקת התאים, התמיינותם והתפתחות האברים** בעזרת תרשימים ותמונות. אחר כך עושים סיעור מוחות בשאלה: מה דרוש לעובר להתפתחותו? בשיעורים הבאים מדגישים בנוגע לכל צורת התפתחות (בביצה, ברחם ובצמחים) כיצד צרכים אלו מסופקים לעובר. הדגש בשיעור זה הוא בדמיון בהתפתחות של כל העוברים במינים השונים: גם בתהליכים המעצבים את העובר (חלוקת תאים והתמיינותם) וגם בתנאים הדרושים להתפתחותו. תלמידים האוספים מידע לתלקיט "פרופיל של יצור", יעסקו בשלב זה בהתפתחות העובר ביצור החי שהם בחרו, ויוסיפו את הפרטים בתלקיט.

שיעור 2-4: התפתחות העובר בתוך ביצה

עושים תצפית בביצת תרנגולת. מזהים בביצה את הקליפה, הקרומים, תא האוויר ומאגר המזון. דנים בתפקידו של כל אחד מחלקי הביצה. מבחינים בין ביצים של בעלי חיים יבשתיים לבין ביצים של בעלי חיים ימיים. מתארים את שיטות ההדגרה המלאכותיות ומנתחים גרפים העוסקים בתנאים הדרושים להתפתחות עוברים בביצים. התלמידים מנתחים תמונות העוסקות בגלגול חרקים ובגלגול דו-חיים, ומכירים את השלבים בגלגול. בעונה המתאימה אפשר להציג בכיתה גלמים של פרפרים וראשנים של צפרדעים או קרפדות.

שיעור 5-6: התפתחות העובר ברחם

מנתחים תמונות של עובר אדם ברחם ומזהים את הרחם, השליה, חבל הטבור ומי השפיר. מתארים את התפקיד של כל אחד מהם בהקשר של צורכי העובר. מתארים את השינויים החלים בעובר בעזרת תמונות. אפשר להשוות את תמונת עובר האדם לתמונות עוברי יונקים אחרים ולעמוד על הדמיון ועל השוני ביניהם. מתארים את השימוש באולטרה סאונד, בדיקת מי שפיר וגידול פגים באינקובטור. עוסקים בדמיון במשך זמן ההיריון של יונקים שונים, במספר העוברים שלהם ובמידת התפתחותם, ובהבדלים ביניהם. התלמידים מבררים בנוגע ללידתם – באיזה שבוע של ההיריון נולדו, מה היה משקלם, סיפורים מעניינים מלידתם וכדומה. (חשוב לוודא מראש שאין בעיות משפחתיות מיוחדות המונעות פעילות זו).

שיעור 7-8: היציאה לעולם והסכנות האורבות לצאצאים

מציגים את דרכי היציאה לעולם: הטלה ובקיעה מביצים, השרצה, המלטה, לידה. דנים בסכנות האורבות לעוברים (בביצים ובתוך הרחם), ולצאצאים. מכינים טבלת השוואה, ובה מרכזים את המידע על מספר הצאצאים ועל מידת הטיפול של ההורים בבעלי חיים ממחלקות שונות. לשם כך נעזרים בקטעי מידע מספרי הלימוד או מסתמכים על המידע שנאסף לתלקיט, ליצירת הפרופיל של היצור הנבחר.

טבלה: מספר הצאצאים של בעלי חיים

בעל החיים	המחלקה	מספר הצאצאים שבעל החיים מעמיד ¹	טיפול הורי יש/ אין

¹ מספר זה מבטא את פוטנציאל הצאצאים של בעלי החיים בשנה. לא כל פרט מעמיד את כל הצאצאים האלה.

מבקשים מהתלמידים לסדר את בעלי החיים על פי המחלקות: חרקים, דגים, דו־חיים, זוחלים, עופות ויונקים, ולבדוק:

1. האם יש קשר בין מספר הצאצאים של בעל החיים לבין המחלקה שהוא שייך אליה?
 2. האם יש קשר בין מספר הצאצאים למידת הטיפול של ההורים?
- מומלץ להראות סרטונים העוסקים בחיקוי הטיפול של ההורים מסדרת **בית החולים לחיות**:
- א. **בניית רפסודת קינון לשחפים**, כדי שיוכלו לקנן בלי להסתכן, וכן **שימוש בבובות שחפים**, כדי לפתות שחפים לקנן.
 - ב. **גוזלים פה מסביב**, על גידול גוזלים יתומים.
 - ג. **יתומות עם קוצים**, על טיפול בגורי דרבן.
 - ד. **שיקום קוצני**, על טיפול בגורים של קיפודי חולות.
 - ה. **גוזלי דוכיפת** ששחררו לטבע לאחר גידולם בשבי.

שיעור 9–10: התפתחות העובר בצמחים

מביאים לכיתה **זרעים** מסוגים שונים (אבוקדו, חמניות, תורמוס, אפונה, שעועית, בטנים ועוד). מזהים את הקליפה, העובר (השורשון והנצרון) ומאגר המזון בזרעים השונים, ועוסקים בתפקידיהם של חלקים אלו. מביאים פרות מסוגים שונים: בעלי זרע אחד, מרובי זרעים, עסיסיים, יבשים, כאלה שנאכלים על ידי האדם וכאלה שאינם נאכלים וכן פרות שנוהגים לקרוא להם ירקות בחיי היום־יום (עגבנייה, מלפפון – חשוב להראות לתלמידים את הזרעים שבתוכם). מתארים את הקשר בין הפרי לבין הזרע ומזהים את הזרעים – גודלם, מספרם ומיקומם בפרי. חשוב להדגיש את ההבדל בין המושגים: זרע ותא זרע. אפשר להיעזר בפעילות **הפריה בצמח**, שבאתר **אופק למדע וטכנולוגיה בחט"ב** – רואים בה את המעבר מפרח לפרי, ואת התפתחות הזרעים בתוך הפרי.

עוסקים בשיטות **להפצת זרעים**. אפשר לעשות פעילות מתוקשבת בנושא זה, בפרק **הפצת זרעים** שבאתר **מחזור הרבייה**.

מתארים את התנאים הדרושים **לנביטת זרעים**. רצוי להנביט בכיתה זרעים, כאשר כל קבוצת תלמידים בודקת תנאים שונים לנביטה (אור, מים, טמפרטורה, מליחות קרקע ועוד), ובסיום התהליך מתארים את התוצאות ומסיקים מסקנות. כדאי לעסוק בשלבי המחקר השונים ובמושגים: גורמים קבועים, חזרות, בקרה. תלמידים ברמה גבוהה יכולים לתכנן בעצמם את שלבי הניסוי.

ב. קשיים אופייניים

1. התלמידים מתקשים להבחין בין חלוקת תאים, גדילה והתמיינות תאים. הם חושבים שיצורים חיים גדלים מפני שהתאים שלהם גדלים (מתרחבים).
2. אצל התלמידים חל בלבול בין המושגים **האבקה והפצת זרעים**. בלבול זה מקורו בדמיון של שני התהליכים: שניהם מבטאים את דרכי ההעברה של גרגרי האבקה או הזרעים, שניהם נעשים על ידי בעלי חיים, רוח, מים או בדרך עצמית, ובשניהם יש התאמה בין המבנה, הכמות והצורה לבין דרך ההעברה.

3. בשפה העברית, נוצר בלבול בין **תא זרע** (שהוא תא רבייה זכרי), לבין **זרע** של צמחים (שנוצר בתוך הפרי בעקבות ההפריה, מכיל עובר ורקמת מזון, ועשוי לנבוט ולהתפתח לצמח חדש).
4. התלמידים אינם מבינים שהחרצנים או הגלעינים של הפרות הנאכלים על ידי האדם הם הזרעים של הצמח. בחיי היום-יום, המושג **פרי** מתקשר לפרות הנאכלים על ידינו. נוסף על כך, ההגדרה הביולוגית לפרי שונה מהשימוש היום-יומי במילה זו: מבחינה ביולוגית, הפרי הוא החלק שנוצר מהפרח ומכיל את הזרעים. על פי הגדרה זו, עגבנייה היא פרי (בעוד שבשפה היום-יומית, עגבנייה היא ירק).
5. התלמידים חושבים שבעלי חיים מתכננים במודע את מספר הצאצאים ואת אסטרטגיות הטיפול בהם.

ג. המלצות להתמודדות עם הקשיים

1. יש להדגיש את ההבדל בין חלוקת תאים (יצירת מספר גדול יותר של תאים) לבין התמיינות תאים (שינוי מבנה ותפקיד). גדילה של הגוף נעשית על ידי חלוקה של תאים בתהליך של מיטוזה, כשם שנלמד בהקשר של רבייה אל-זוויגית. ההבדל הוא, שברבייה אל-זוויגית התאים המתחלקים ניתקים מההורה והופכים לצאצאיו, ואילו בעובר התאים מתחלקים אך נשארים מחוברים זה לזה. בהתמיינות, מספר התאים אינו משתנה.
2. כדאי להשוות במפורש בין תהליך ההאבקה לבין תהליך הפצת הזרעים, ולהדגיש את השוני ביניהם: בתוך גרגרי האבקה נמצאים תאי רבייה זכריים, ואילו זרעים הם תוצרי הפריה, ויש בהם עובר ורקמת מזון; הם נוצרים בחלקים שונים של הפרח (גרגרי אבקה באבקן וזרעים בשחלה) ומועברים למקומות שונים (גרגרי אבקה מועברים לפרחים אחרים, וזרעים נפוצים בסביבה ולפעמים גם באזורי מחיה אחרים).
3. מומלץ לדון עם התלמידים בבלבול האפשרי בין **תא זרע** לבין **זרע** של צמחים. אפשר לבנות יחד אתם איור של השלבים השונים במחזור החיים של הצמח (נביטה, גדילה, פריחה, האבקה, הפריה, הבשלת פרי ופיזור זרעים).
4. רצוי להביא לכיתה פרות שונים ולהראות את הזרעים שבתוכם: פרות בעלי זרע אחד ופרות מרובי זרעים, פרות עסיסיים ויבשים, פרות שנאכלים על ידי האדם ופרות שאינם נאכלים.
5. יש להדגיש, שההתאמה בין אסטרטגיית הטיפול של ההורים לבין מספר הצאצאים אינה תוצאה של תכנון אלא של יתרון אבולוציוני: מינים שבהם אין טיפול של ההורים מעמידים מספר גדול של צאצאים, אך בשל היעדר טיפול ההורים, רבים מהם אינם שורדים. מינים שבהם יש טיפול של ההורים מעמידים מעט צאצאים, אך בעקבות טיפול ההורים רבים מהם מצליחים לשרוד. מי שלא נהג בדרך המתאימה, לא שרד.

טווח מומלץ: עשר שעות

נושא	מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפניה לחומרי למידה	משימות הערכה
התנאים הדרושים להתפתחות העובר	- ביצה מופרית - עובר - חלוקות תאים - התמיינות תאים - התפתחות אברים - סביבה מימית	- דיון - ניתוח איור - איסוף ועיבוד מידע (הוספה בתלקיט של היצור הנבחר)	- דיון: כיצד עובר מתפתח מבליצה מופרית? - ניתוח תמונות העוסקות בחלוקות תאים והתמיינותם - דיון: מה דרוש לעובר להתפתחותו? - איסוף מידע על התפתחות העובר והטיפול בצאצאים, עיבודו והוספתו לתלקיט של היצור הנבחר	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 102–103, 113 - סרט ב־ youtube: שלבים ראשונים בהתפתחות העובר באדם - סרט ב־ youtube: הפריה ושלבים ראשונים בהתפתחות העובר	
התפתחות עובר בתוך ביצה	- ביצה - חלמון - מי שפיר - הטלה - דגירה - הדגרה - מלאכותית	- תצפית בחומר חי - השוואה - ניתוח גרפים	- תצפית בביצת תרנגולת, זיהוי חלקים ותפקידים - השוואה בין מבנה של ביצים של בעלי חיים - ניתוח גרפים העוסקים בתנאי הדגרה מלאכותית	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 126–132 - תמונות עוברים בביצה	
התפתחות עובר ברחם	- רחם - היריון - שליה - חבל הטבור - מי שפיר - חילוף גזים - המלטה - לידה - אולטרה סאונד - בדיקת מי שפיר - פג - אינקובטור - גלגול: ביצה, זחל, גולם, בוגר	- ניתוח איור - ריאיון - דיון - השוואה - איסוף מידע מטקסטים ועיבודו - ארגון מידע בטבלה - טיעון - ניתוח איור	- ניתוח תמונות וסרטים: העובר, התפתחות אבריו ותפקידיהם - איסוף מידע: ריאיון עם אימהות על הלידה והטיפול בתינוק - דיון על הסכנות לעוברים ולצאצאים - השוואה: הטלה ובקיעה, השרצה, המלטה ולידה - עבודה קבוצתית: איסוף מידע על מספר צאצאים וטיפול בהם, ובניית טבלה מסכמת - הסקת מסקנות: קשר בין מספר הצאצאים והטיפול של ההורים - ניתוח תמונות: גלגול בחרקים ובדו־חיים – סביבת החיים, מבנה הגוף, המזון והפוריות	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 110–116, 134–137, 161–164 - פעילות מתוקשבת בפרק צאצאים באים לעולם שבאתר מחזור הרבייה - פעילויות 2: מספר הצאצאים של בעלי חיים (בערכה זו) - כתבות וידאו – בית חולים לחיות, על פי הפירוט ברצף ההוראה - סרט ב־ youtube: שלבי התפתחות עובר ברחם - סרטון: המלטת פנדה - סרטון: יען שומר על הביצים	
התפתחות עובר בצמחים	- זרע - עובר - רקמת מזון - פרי - תרדמה - הפצת זרעים - נביטה	- תצפית בחומר חי - טיעון - תכנון וביצוע ניסוי	- תצפית: זרעים ופרות וזיהוי חלקי הזרע - פעילות מתוקשבת בנושא הפצת זרעים - הסקת מסקנות: קשר בין צורת הזרע לבין דרך ההפצה - תכנון וביצוע ניסויים: תנאי הנביטה	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 103–108, 165–174 - הפרק הפצת זרעים באתר מחזור הרבייה - הפרק הפריה בצמח באתר אופק לחט"ב - הפעילות מרבית את צמחי המרפא	

פעילויות

פעילות 2: מספר הצאצאים של בעלי החיים

לפניכם טבלת נתונים על צאצאים של בעלי חיים ממחלקות שונות. הסתכלו על הנתונים המופיעים בטבלה וענו על השאלות שאחריה.

בעל החיים	המחלקה	מספר הצאצאים הממוצע שבעל החיים מעמיד בשנה	טיפול הורי
אדם	יונקים	צאצא אחד בלידה, פעם בשנה	יש
אמנון הגליל	דגים	כ-750 ביצים בהטלה, פעם בשנה	יש
ברווז	עופות	8–10 ביצים בהטלה, פעם בשנה	יש
חסידה	עופות	3 ביצים בהטלה, פעם בשנה	יש
טונה כחולת ספיר	דגים	מיליוני ביצים בהטלה, כמה פעמים בשנה	אין
יונה	עופות	2 ביצים בהטלה, 3 פעמים בשנה	יש
נשר	עופות	ביצה אחת בכל הטלה, פעם בשנה	יש
סיקסק (עוף מים)	עופות	3–4 ביצים בהטלה, 4 פעמים בשנה	יש
פיל	יונקים	צאצא אחד בהמלטה, פעם ב-5 שנים	יש
עכבר	יונקים	כ-5 צאצאים בהמלטה, פעמים אחדות בשנה	יש
צב ים ירוק	זוחלים	כ-200 ביצים בהטלה, פעם בשנה	אין
צפע ארץ ישראלי (נחש)	זוחלים	כ-20 ביצים בהטלה, פעם בשנה	אין
קרפדה	דו-חיים	כ-5,000 ביצים בהטלה, פעם בשנה	אין
קרפיון	דגים	כ-200,000 ביצים בהטלה, פעם בשנה	אין

שאלות:

- כפי שרואים בטבלה, רוב בעלי החיים יכולים להעמיד יותר משני צאצאים לזוג בכל עונת רבייה. לפיכך, במהלך חייהם הם יכולים להעמיד צאצאים רבים יותר. ואולם, אוכלוסיות רבות בטבע אינן גדלות, אלא נשארות יציבות (פחות או יותר) לאורך השנים. הסבירו את הסתירה בין שתי עובדות אלו.
- א. סדרו את בעלי החיים שבטבלה שלעיל בטבלה חדשה, על פי מספר הצאצאים שהם יכולים להעמיד בשנה – מהמספר הגדול ביותר לקטן ביותר.
ב. על פי הטבלה שארגנתם, נסחו טיעון על הקשר בין מספר הצאצאים של בעלי החיים לבין המחלקה שלהם וטיפול ההורים. זכרו: **טיעון = טענה + נימוקים**.

תשובון לפעילות 2

1. לא כל העוברים מצליחים לבקוע או להיוולד, ולא כל הצאצאים שורדים ומגיעים לבגרות. רובם נטרפים או מתים בשל היעדר מחסה או מזון וכדומה.

2. א.

בעל החיים	מספר הצאצאים הממוצע שבעל החיים מעמיד בשנה	המחלקה	טיפול הורי
טונה כחולת ספיר	מיליוני ביצים בהטלה, כמה פעמים בשנה	דגים	אין
קרפיון	כ-200,000 ביצים בהטלה, פעם בשנה	דגים	אין
קרפדה	כ-5,000 ביצים בהטלה, פעם בשנה	דו-חיים	אין
אמנון הגליל	כ-750 ביצים בהטלה, פעם בשנה	דגים	יש
צב ים ירוק	כ-200 ביצים בהטלה, פעם בשנה	זוחלים	אין
צפע ארץ ישראלי (נחש)	כ-20 ביצים בהטלה, פעם בשנה	זוחלים	אין
סיקסק (עוף מים)	3-4 ביצים בהטלה, 4 פעמים בשנה	עופות	יש
ברווז	8-10 ביצים בהטלה, פעם בשנה	עופות	יש
יונה	2 ביצים בהטלה, 3 פעמים בשנה	עופות	יש
חסידה	3 ביצים בהטלה, פעם בשנה	עופות	יש
נשר	ביצה אחת בכל הטלה, פעם בשנה	עופות	יש
עכבר	כ-5 צאצאים בהמלטה, פעמים אחדות בשנה	יונקים	יש
אדם	צאצא אחד בלידה, פעם בשנה	יונקים	יש
פיל	צאצא אחד בהמלטה, פעם ב-5 שנים	יונקים	יש

ב. על סמך הטבלה הממוינת, נראה כי ככל שהמחלקה מפותחת יותר, חלה ירידה במספר הצאצאים שכל זוג הורים יכול להעמיד בשנה, ועלייה בטיפול ההורים בצאצאים. במינים שבהם אין טיפול הורים (דגים, דו-חיים), מספר הצאצאים גדול מאוד. כך גדלים הסיכויים שלפחות מקצת הצאצאים ישרדו, למרות תנאי הסביבה וסכנת הטריפה. במינים שבהם יש טיפול הורים המגן על הצאצאים מפני סכנות שונות, מספר הצאצאים קטן ואפילו מצטמצם לאחד.

תת-נושא 4: התבגרות ומציאת בני זוג

מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)

- התלמידים יבדילו בין סימני מין ראשוניים לבין סימני מין משניים.
- התלמידים יקשרו בין הורמוני המין והורמון הגדילה לבין תהליכי הגדילה וההתבגרות של הגוף.
- התלמידים יסיקו מסקנות מתוצאות ניסוי שבדק את התקשורת בין טוואי המשי לשם מציאת בן זוג.
- התלמידים ינתחו תרשים העוסק במחזור הביוץ והווסת ויכירו את שלבי המחזור.
- התלמידים יבינו שבעלי החיים מתרבים במועדים שבהם סיכויי הצאצאים לשרוד ולהתבגר הם הגדולים ביותר.
- התלמידים יבינו שהצמחים פורחים במועדים שבהם סיכויי ההצלחה של ההאבקה הם גדולים ביותר.
- התלמידים ינתחו תמונות העוסקות בשינויים גופניים בבעלי החיים בעונת החיזור, ויכירו מגוון של ערוצי תקשורת המשמשים את בעלי החיים למציאת בני זוג לרבייה.
- התלמידים יזהו את תפקידי החיזור: זיהוי המין (species) של בני הזוג, בדיקת בשלותם לרבייה ובחירה של בעלי תכונות רצויות.

רקע מדעי

הצאצאים גדלים ומתבגרים. כיצד זה קורה? אילו הורמונים מעורבים בתהליכים אלו? כיצד הזכר והנקבה מוצאים זה את זה, כדי להתרבות ולהמשיך את קיומו של המין?

גדילה והתבגרות באדם

התינוק שיצא לעולם גדל, כלומר, התאים ברקמות גופו מתחלקים (בחלוקת מיטוזה), אך קצב הגדילה אינו קבוע לאורך כל החיים. קצב הגדילה עולה לקראת שלב ההתבגרות, בין גיל 10 ל-16 בערך. הגדילה מושפעת מהורמונים, בעיקר מהורמון הגדילה, שנוצר במוח ומופרש ממנו אל זרם הדם. כאשר הורמון זה מתפזר בגוף הוא משפיע בעיקר על גדילת השרירים והעצמות. אחרי גיל ההתבגרות, חלה האטה בהפרשה של הורמון הגדילה.

אך מלבד הגדילה חלים בגוף עוד שינויים בשלב ההתבגרות. כאשר תינוק נולד מערכת הרבייה שלו מאפיינת את הזוויג שלו – זכר או נקבה – ולכן האברים של מערכת הרבייה (לדוגמה, רחם ונרתיק אצל בנות; אשכים ופין אצל בנים) נקראים: **סימני זוויג ראשוניים**. בגיל ההתבגרות, בעקבות הפרשה של רמות גבוהות של **הורמוני מין**, מופיעים עוד סימני זוויג, שנקראים: **סימני זוויג משניים**.

סימני הזוויג המשניים אצל בנים מופיעים בסביבות גיל 12: אזור החזה והכתפיים מתחיל להתרחב, מסת השרירים עולה, הפין ושק האשכים גדלים. בהמשך תהליך ההתבגרות, הקול מתעבה, ושער צומח במפשעה, בבתי השחי ועל הפנים.

סימני הזוויג המשניים אצל בנות מופיעים בסביבות גיל 9 או 10: השדיים מתחילים לגדול, האגן מתרחב, הרחם והנרתיק גדלים ושער צומח במפשעה ובבתי השחי.

אפשר להבדיל בין סימני זוויג ראשוניים לבין סימני זוויג משניים, אם מסתכלים על זכר ונקבה לבושים: כל סימני הזוויג הראשוניים מוסתרים בבגדים, ואילו כמה מסימני הזוויג המשניים נראים לעין.

נוסף על הופעת סימני זוויג משניים, הורמוני המין גורמים להבשלתן של מערכות הרבייה, שלא היו פעילות עד גיל ההתבגרות, ומעתה ואילך הן מוכנות לתפקידן ברבייה: אצל הבנים מתחיל ייצור של תאי זרע, שנמשך כל ימי חייהם. אצל הבנות מתחיל תהליך של הבשלת ביציות במסגרת המחזור החודשי, שנמשך כל תקופת הפוריות, מגיל ההתבגרות ועד גיל חמישים בערך.

מערכת הרבייה של הגבר

למערכת הרבייה של הגבר שני תפקידים עיקריים:

1. לייצר את תאי הרבייה הזכריים (תאי הזרע) ואת נוזל הזרע, אשר מאפשר את תנועתם של תאי הזרע בתוך מערכת הרבייה הנקבית.
2. לאפשר את ההזדווגות, שבה תאי הזרע חודרים אל מערכת הרבייה של האישה.

בתת-הנושא "הפריה" שבערכה זו, נעשתה היכרות ראשונית עם מערכת הרבייה של הגבר, בהקשר של יצירת תאי הרבייה (באשכים). בשלב זה של הלימוד לומדים על המערכת ביתר פירוט:

אשכים – תאי הרבייה הזכריים (תאי הזרע) נוצרים בהם. באשכים יש גם תאים שמפרישים את הורמון המין **טסטוסטרון**, המשפיע על הבשלת מערכת הרבייה ועל הופעת סימני הזוויג המשניים. האשכים של הגבר ממוקמים מחוץ לגופו. הסיבה היא, שבטמפרטורת הגוף (כ-37 מעלות) התפתחות תאי הזרע עלולה להיפגע, ואילו בטמפרטורה הנמוכה יותר השוררת בכיס האשכים (כ-35 מעלות), הם מתפתחים היטב.

בלוטת **יוֹתֶרֶת האשך** – צינור דקיק, ארוך ומפותל, שאורכו עשוי להגיע לשישה מטרים! כאן תאי הזרע מסיימים להבשיל, וכאן הם גם נאגרים עד שהם נפלטים מן הגוף.

צינור הזרע – מוליך את תאי הזרע מבלוטת יוֹתֶרֶת האשך אל הפין.

בלוטות נוזל הזרע (הערמונית ובלוטת קופר) – בלוטות המפרישות את נוזל הזרע, שתאי הזרע נעים בתוכו.

השופכה – צינור שמוליך את נוזל הזרע עם תאי הזרע שבתוכו אל מחוץ לגוף הזכר. הוא משמש גם להפרשת השתן. כאשר תאי הזרע נפלטים, השרירים הסוגרים את פתח שלפוחית השתן מתכווצים, ומונעים הפרשת שתן באותו זמן.

הדמיה פעילה של **מערכת הרבייה של הגבר** נמצאת באתר **אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה**.

מערכת הרבייה של האישה

למערכת הרבייה של האישה שלושה תפקידים עיקריים:

1. לייצר את תאי הרבייה הנקביים (הביציות).
2. לספק סביבה מתאימה להפריה (למפגש של הביצית עם תא הזרע).
3. לאפשר את התפתחות העובר עד לידתו.

בתת-הנושא "הפריה" נעשתה היכרות ראשונית עם מערכת הרבייה של האישה, בהקשר של יצירת ביציות בשחלות ונדידתן אל החצוצרה, שם מתרחשת ההפריה. בשלב זה של הלימוד לומדים על המערכת ביתר פירוט:

כל חלקיה של מערכת הרבייה של האישה נמצאים בתוך הגוף, מוגנים היטב מפגיעות חיצוניות.

שחלות – תאי הרבייה הנקביים (תאי הביצה, שבאדם הם נקראים גם ביציות) נוצרים בהן. השחלות גם מפרישות את הורמוני המין הנקביים – **אסטרוגן ופרוגסטרון**, המשפיעים על הבשלת מערכת הרבייה ועל הופעת סימני הזוויג המשניים. לעומת הגברים, תאי הרבייה של הנשים נוצרים כבר בהיותן עובר ברחם. בשחלותיה של תינוקת יש כחצי מיליון ביציות, אך הן אינן בשלות. בגיל ההתבגרות מתחיל המחזור החודשי (ראו פירוט להלן), ובמהלכו ביצית אחת מבשילה בכל חודש.

חצוצרות – נקראות גם צינורות הביצים. החצוצרה קולטת את הביצית שהבשילה בשחלה ומוליכה אותה לכיוון הרחם. כאשר תאי זרע מגיעים לחצוצרה בזמן שהביצית נמצאת שם, מתרחשת הפריה.

רחם – אבר שרירי; העובר יתפתח בו לאחר ההפריה.

נרתיק – תעלת הלידה; תאי הזרע חודרים דרכה אל גוף האישה, והעובר נולד דרכה.

הדמיה פעילה של **מערכת הרבייה של האישה** נמצאת באתר **אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה**.

המחזור החודשי של האישה

אצל בני האדם, ההפריה יכולה להתרחש רק בזמן קצר בחודש: בימים שבהם ביצית מבשילה במערכת הרבייה של האישה. פעם בחודש ביצית אחת מבשילה, יוצאת מהשחלה ועוברת אל החצוצרה. תהליך זה נקרא **ביוץ**. אם הביצית פוגשת בחצוצרה תאי זרע ומתרחשת הפריה, נוצרת זיגוטה, שמתחלקת ליצירת עובר. העובר נודד אל הרחם, ונשתל בתוך רירית הרחם העבה. אם לא מתרחשת הפריה (זה מה שקורה בדרך כלל), הביצית נודדת אל הרחם ומתפרקת בו. במקרה כזה, רירית הרחם העבה מתקלפת ומתפרקת אף היא, ומופרשת דרך הנרתיק אל מחוץ לגוף. התקלפות הרירית מדופן הרחם מלווה בדימום, ונקראת **וסת**. כעבור כחמישה ימים מתחילה ביצית חדשה להבשיל, רירית חדשה מתחילה להתעבות ברחם, והתהליך מתחיל שוב, במחזוריות. כל מחזור נמשך כ-28 ימים, ולכן הוא נקרא: **מחזור חודשי**. הורמוני המין הנקביים – **אסטרוגן ופרוגסטרון** –

מופרשים במהלך המחזור החודשי בכמויות משתנות, והם שמחוללים את השינויים במערכת הרבייה ואת השלבים השונים של המחזור (כגון הביוץ, התעבות רירית הרחם והתקלפותה).

התהליך הוא מחזורי – אין לו התחלה, אמצע וסוף. לפיכך, נקבע בדרך שרירותית, ששלב הווסת (התקלפות הרירית של הרחם) הוא **זמן 0**, כלומר, זמן תחילת המחזור. בתום ימי הווסת, שנמשכת **כשבוע**, אחת הביציות בשחלה מתחילה להבשיל, והבשלה זו נמשכת כשבוע. בה בעת, רירית הרחם הולכת ומתעבה, עד שהיא מוכנה לקליטת עובר ולהתחלת היריון. **בסביבות היום ה-14** של המחזור (שבועיים מההתחלה), מתרחש **הביוץ**. הביצית שהבשילה באותו חודש, יוצאת מן השחלה אל החצוצרה. רירית הרחם הולכת ומתעבה עוד 14 יום, אך אם לא התרחשה הפריה, היא מתקלפת, והמחזור מתחיל שוב. אם התרחשה הפריה ומתחיל היריון, המחזור נפסק: אין וסת (רירית הרחם שהעובר השתרש בתוכה אינה מתקלפת) ואין ביוץ. לעתים, הופעת הווסת אצל מתבגרות היא בלתי סדירה בתקופה הראשונה, אך עם הזמן היא נעשית סדירה.

הדמיה פעילה של **המחזור החודשי** נמצאת באתר **מחזור הרבייה** ובאתר **אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב**.

התבגרות בבעלי חיים

כמו האדם, גם בעלי חיים גדלים ומתבגרים, וגם מערכות הרבייה שלהם מבשילות למילוי תפקידן ברבייה. גם אצלם מתפתחים **סימני זויג משניים** עם ההתבגרות, בדרך כלל אצל הזכר. דוגמות: נוצותיו הצבעוניות של הפֶּרְכִּיָּה (ברווז), זנבו המפואר של הטווס וכרבותו האדומה של התרנגול. יש מינים, שאצלם הסימנים נשארים כל ימי חייו של בעל החיים, כמו בבני האדם (לדוגמה, רעמת האריה); במינים אחרים הם מופיעים רק לקראת עונת הרבייה של בעל החיים, ונעלמים עם סיומה (לדוגמה, קרני האייל הבוגר, שצומחות לקראת כל עונת רבייה ונושרות לאחריה).

בבעלי חיים רבים יש הבדל בולט בין מראה הזכר הבוגר לבין מראה הנקבה הבוגרת. תופעה זו נקראת **דו־צורתיות זויגית**.

עונת הרבייה

כדי שתתרחש רבייה, הזכר והנקבה צריכים להיות בוגרים. אמנם, בגרות מינית היא תנאי הכרחי לרבייה, אבל היא איננה תנאי מספיק. אצל רוב היצורים החיים, הרבייה אינה נעשית בכל ימות השנה אלא רק בעונה מיוחדת – **עונת הרבייה**. בעונה זו, תנאי הסביבה מתאימים להבאת צאצאים לעולם ומעלים את סיכוייהם לשרוד. מזג אוויר נוח ושפע של מזון זמין נחוצים לצאצאים וגם להורים המטפלים בהם (במקרים שבהם יש טיפול הורים, כמו אצל עופות שדוגרים על הביצים ואחר כך מטפלים בגוזלים או אצל נקבות של יונקים שמיניקות את הצאצאים).

כדי להדגים את עקרון ההתאמה בין עונת הרבייה של בעל החיים לבין התנאים בסביבת החיים שלו, אפשר להשוות בין עונות הרבייה של האייל האדמוני שחי באנגליה ושל היעל הנובי שחי בארץ בנגב. ההזדווגות אצל שני בעלי החיים נעשית בערך באותה תקופה בשנה (אוקטובר–נובמבר), אך אורך ההיריון של הנקבות ועונת ההמלטה שונים בשני המקרים, בהתאמה לתנאי הסביבה השונים: אצל היעל, ההיריון נמשך כחמישה חודשים, ואילו אצל האייל האדמוני הוא נמשך כשבעה חודשים. אצל היעלים, שחיים בנגב היבש והחם, ההמלטות מתרחשות באביב (מרץ–אפריל), כאשר הטמפרטורות גבוהות (25–31 מעלות), אך עדיין אינן גבוהות מדי (בקיץ הן מגיעות עד ארבעים מעלות בממוצע). בעונה זו יש בנגב יותר צמחי בר, המשמשים מזון זמין

לצאצאים ולהוריהם. לעומתם, האיילים חיים באנגליה הקריה, והנקבות ממליטות בקיץ (יוני–יולי), בעונה שבה הטמפרטורות הן הגבוהות ביותר בשנה (22–20 מעלות). לפני עונת הרבייה, וגם לאחריה, הטמפרטורות נמוכות מדי, המזון דל יותר, והתנאים מתאימים פחות לגידול הצאצאים.

במקומות שבהם תנאי מזג האוויר נוחים והמזון זמין לאורך כל השנה (לדוגמה, באזורים הטרופיים, ליד קו המשווה), הרבייה של בעלי חיים רבים אינה מוגבלת לעונה כלשהי, אלא עשויה להתפרש על פני כל השנה.

מה מכוון את מחזורי הרבייה בבעלי החיים השונים לעונה המתאימה?

בעלי החיים אינם מסתכלים בלוח השנה ומחשבים חישובים כדי לדעת מתי עליהם להתרבות. מה שמעורר ומכוון את מנגנוני הרבייה מדי שנה הם סימנים שבעלי החיים קולטים מן הסביבה: אורך היום, טמפרטורות הסביבה או השילוב בין השניים. התלמידים ודאי יודעים שאורך היום וטמפרטורות הסביבה משתנים לאורך השנה במחזוריות. בסתיו – הימים מתקצרים (והלילות מתארכים), ובאביב – הימים מתארכים (והלילות מתקצרים). רק באזור קו המשווה, אורך היום שווה לאורך הלילה כמעט כל השנה. גם בעלי החיים חשים בשינויים אלו והתנהגותם משתנה בהתאמה.

גדילה והתבגרות בצמחים

כמו בעלי חיים צעירים, שגדלים ומתבגרים בהשפעת הורמונים שונים, גם נבטים של צמחים גדלים ומתפתחים לצמחים בוגרים בהשפעת הורמונים צמחיים. כמו בעלי החיים, גם הצמחים יכולים להתרבות ברבייה זוויגית רק לאחר שאיברי הרבייה שלהם התפתחו, כלומר, רק כאשר הצמח פורח.

האם גם אצל הצמחים יש עונת רבייה?

כמו אצל בעלי החיים, יש מינים של צמחים שפורחים כל השנה או במועדים שאינם קבועים, ויש מיני צמחים שפורחים בעונה קבועה. צמחים הפורחים בעונה קבועה מדי שנה, מגיבים לסימנים שהם קולטים מן הסביבה, כגון אורך היום, טמפרטורת הסביבה וכמות המים הזמינים לצמח (כמות הגשם שירד).

השפעת אורך היום: יש צמחי יום ארוך, שפורחים כאשר הימים מתארכים והלילות מתקצרים; יש צמחי יום קצר, שפורחים כשהלילות מתארכים והימים מתקצרים; ויש צמחים שהם אדישים לאורך היום וסימנים אחרים משפיעים על פריחתם.

השפעת הטמפרטורה: יש צמחים שזקוקים ל"מנת קור" כדי לפרוח (לדוגמה, הרקפת פורחת רק לאחר שהצמח [הפקעת החבויה באדמה, והניצנים הנמצאים בה] נחשף לטמפרטורות נמוכות מאוד). לכן, צמחים אלו מתחילים לפרוח רק אחרי שיא החורף – וכך הפרחים אינם חשופים לפגיעת קור. לעומתם, יש צמחים שזקוקים דווקא ל"מנת חום" כדי לפרוח (לדוגמה, צמחי אורז).

הגורמים השונים "מכוונים" את מועדי הפריחה של הצמחים לתקופות המתאימות ביותר לרבייה. לדוגמה, הפריחה צריכה להתרחש במזג אוויר נוח: טמפרטורות קיצוניות או רוח חזקה עלולים לפגוע בפרחים; בפרחים שההאבקה שלהם נעשית על ידי חרקים, הפריחה צריכה להיות מותאמת לעונה שבה המאביקים פעילים וכדומה. מובן שהעונה המתאימה ביותר לפריחה שונה מסביבת חיים אחת לאחרת, בהתאמה לאקלים שבאותה סביבה.

מצאית בני זוג

כאשר הזכר והנקבה בוגרים, ובסביבה יש אותות שהגיע הזמן להתרבות, מתחיל השלב שבו הזכר והנקבה מחפשים ומוצאים זה את זה. במינים רבים של בעלי חיים, ובייחוד במינים המשתייכים למחלקות העופות, הזוחלים והיונקים, הנקבה היא שבוחרת את בן הזוג מבין כל הזכרים. במקרים רבים הבחירה נעשית בעקבות תהליך של **חיזור**, שבו הזכרים שולחים מסרים לנקבות, והן מגיבות עליהם. זה תהליך של **תקשורת**, שבמהלכו הזכר והנקבה מאותתים זה לזה שהם שייכים לאותו המין (species), שהם בוגרים, ואף מתאמים את זמן הרבייה. במקרים רבים הזכרים מפגינים את תכונותיהם, והנקבה בוחרת את המוצלח מכולם, כלומר, זה שיש לו הסיכויים הגבוהים ביותר להוליד צאצאים.

מינים שונים של בעלי חיים משתמשים בדרכי תקשורת שונות לזיהוי בני הזוג המתאימים: תקשורת חזותית (צורה, גודל, צבע, תנועה), תקשורת קולית או תקשורת כימית (ריח).

מראה חיצוני

במינים שבהם יש דו-צורתיות זוויגית, סימני הזוויג המשניים בולטים בייחוד בזכר. במקרים רבים הזכר צבעוני ומקושט. לדוגמה, בזמן החיזור, הטווס הזכר פורש את זנבו כמניפה וחושף את הכתמים הססגוניים שעל נוצותיו. בדרך כלל, הוא גם מרעיד את זנבו, כך שקרני השמש הנשברות בנוצות משוות להן ברק שמושך את העין. מה מושך בזנב הטווס? האם אלו צבעיו הססגוניים, הברק, ואולי האורך שלו? – מסתבר שכל התשובות נכונות.

כאשר סימני הזוויג המשניים מופיעים אצל הזכרים רק לקראת עונת הרבייה, הם נקראים: **לבוש כלולות**. לקראת עונת הרבייה, ברווז המִנְדְּרִין מחליף את נוצותיו החומות בנוצות צבעוניות, האיילים מצמיחים על ראשיהם קרניים, ציצות מופיעות על ראשו של הטבולן המצוי, וצבע ראשו של תְּחָדוֹן סִינִי הופך מחום לכחול. צורת הזכר וצבעיו מאותתים לנקבה שהוא בריא (אצל זכר חולה הצבעים דהויים, קרניו שבורות וכדומה) ומוכן לרבייה.

ריקודים

זכרים של מינים שונים רוקדים בפני הנקבה ריקודי חיזור, ולפעמים הם נראים כמו בתחרות ריקודים. לכל מין יש ריקוד אופייני, והנקבה מזהה את הזכר בן מינה על פי הריקוד שלו. יכולת הריקוד מעידה על כושר גופני, יכולת קואורדינציה טובה ובריאות. רק פרטים בוגרים רוקדים, ומכאן שעצם הריקוד מעיד על בגרות. יש מינים שאצלם הריקוד הוא הגורם להבשלה של יכולת הרבייה. אצל מינים אלו גם הזכר וגם הנקבה רוקדים, וכל תנועת ריקוד של האחד מעוררת את האחר עד שבסופו הם מוכנים ומזומנים להתרבות. מי משתמש בריקודים לחיזור? מינים אחדים של דגים, עופות רבים, עכבישים ואפילו תיקנים...

קולות וצלילים

זכרים ממינים רבים משמיעים קולות שמושכים את הנקבות. מינים שונים משמיעים קולות שונים. השמעת הקולות מעידה על בגרות, ועצמת הקול יכולה ללמד על גודלו של הזכר ועל עצמתו. לדוגמה, הצפרדעים הזכרים מגבירים את עצמת הקרקור שלהם על ידי ניפוח שקי עור באזור הלחיים. רק זכרים בוגרים משמיעים את הקולות האלה, וככל שהזכר גדול יותר, הקרקור שלו חזק יותר, ויותר נקבות נמשכות אליו. הקרקור מודיע לנקבות על מיקומו של הזכר ומזמין אותן להגיע אליו. למינים שונים של צפרדעים יש קרקורים אופייניים, וכך הנקבה מזהה את בן המין שלה על פי הקרקור הייחודי לו.

מי משתמש בקולות לחיזור? צפרדעים, ציפורי שיר, פילים, לווייתנים, צרצרים, כמה מינים של קופים (כגון: השאגן) ועוד.

מתן מתנות

זכרים של מינים שונים מציעים לנקבות מתנות, כדי להפגין את יכולתם לשמש בני זוג מוצלחים ולדאוג לצאצאים. לדוגמה, זכר האורג (ציפור) בונה קן משוכלל בצורת כדור. בנייתו מעידה על מיומנות רבה ועל ניסיון. הנקבות מזדווגות רק עם הבנאים המוכשרים ביותר, שהם, בדרך כלל, הזכרים הבוגרים יותר. זכרים שאינם מצליחים במשימה (לדוגמה, הזכרים הצעירים), אינם זוכים בנקבות. עופות רבים מציעים לנקבות טרף שהם צדו. כך הזכר מציג את יכולתו לפרנס את הנקבה ואת צאצאיה. ואכן, בזמן שהנקבה דוגרת על הביצים, הזכר ממשיך להביא לה מזון, ואחר כך – גם לגוזלים הקטנים.

קרבות זכרים

במינים רבים של בעלי חיים, הזכרים נאבקים זה עם זה והמנצח זוכה בכל הנקבות. כלי הנשק מגוונים: יש שנוגחים זה בזה בקרניהם (איילים, צבאים ויעלים); אחרים מתגוששים ושורטים זה את זה בעזרת שיניהם החזקות וטופְרֵיהֶם המיוחדים (היפופוטמים, פילי ים, דובים ואריות); ג'ירפים עורכים "דו־קרב" של צווארים וסרטנים נאבקים בעזרת הצבתות שלהם.

רק במקרים מעטים הקרב מסתיים במוות של אחד הצדדים. בדרך כלל, הזכר שמתגלה חלש יותר, נסוג ומסתלק מן השטח. במקרים רבים ההכרעה מתקבלת אפילו בלא קרב: הזכרים "אומדים" זה את זה, ומתרשמים זה מתכונותיו של זה. אם אחד מהם מכיר בעליונותו של היריב, הוא נסוג בלא קרב. רק אם השניים אינם מוותרים, יתפתח קרב.

המנצח בקרב הוא הזכר החזק, הגדול או הנחוש ביותר. כיוון שלתכונות אלו יש יתרון בהישרדות, ומאחר שהורים מעבירים את תכונותיהם לצאצאים, הנקבות שמזדווגות עם המנצח בקרב, מולידות צאצאים שגם להם יתרון הישרדותי.

פיזור ריח

בדרך כלל, הנקבות הן שמשדרות את מסרי הריח ולא הזכרים. נקבות בוגרות ממינים רבים מפרישות חומרים ריחניים, שנקראים **פְּרוֹמוֹנִים** (פרומוני מין), ודרכם הן מודיעות לזכרים שהן בוגרות (נקבות צעירות אינן מפרישות פרומוני מין) וכן היכן הן נמצאות. לכל מין פרומוני האופייני לו.

כיצד הנקבות משתמשות ב"בושם של הטבע"? נקבות הפרפרים מתיזות את הפרומונים לאוויר, וכך הן מושכות גם זכרים שנמצאים במרחק רב. נקבות של יונקים רבים (כגון: איילות, כלבות, פילות ונְאָקוֹת) מפרישות פרומונים מאבר המין שלהן וגם בשתן, ונקבות הנחשים מסמנות שביל ריחני על האדמה.

הצעות דידקטיות

א. תיאור תהליך ההוראה

שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה: בתת-הנושא "התבגרות ומציאת בני זוג" התלמידים לומדים על שינויים החלים ביצורים בתקופת התבגרותם, לקראת שלב הרבייה, ועל התקשורת בין הזכרים לבין הנקבות בתקופות הרבייה. במסגרת הלימוד על התבגרות האדם, לומדים על מערכת הרבייה של הזכר ושל הנקבה, ומוצג מחזור הביוץ והווסת.

רצף ההוראה

שיעור 1: שינויים בתקופת ההתבגרות

מוצע להתחיל את הוראת הנושא בדיון בשאלה: מהם השינויים המתרחשים בגופם של התלמידים בגיל ההתבגרות? כותבים על הלוח את תשובות התלמידים, כך שבמכוון נוצרים על הלוח שני אזורים – סימני מין ראשוניים ומשניים. בתום הדיון מכלילים את הדוגמות להגדרות. מקשרים בין השינויים הגופניים להורמונים הגורמים לשינויים אלו.

שיעור 2: המחזור החודשי

עושים פעילות מתוקשבת או צופים בהדמיה בנושא מחזור ההורמונים והביוץ של האישה, ועוסקים בשינויים המתרחשים ברחם בתור הכנה להפריה ולהריון ובמקרה שלא התרחשה הפריה. הדמיה פעילה של המחזור החודשי נמצאת באתר מחזור הרבייה, ובאתר אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב. אם אין מניעה כלשהי לעסוק בנושא תכנון המשפחה, כדאי לעסוק בו ולציין את הצורך באמצעי מניעה וכיצד הם מונעים היריון, וכן לעסוק במחלות מין וכיצד נמנעים מהידבקות בהן. בנושאים אלו יש לגלות רגישות יתרה, ולאפשר לתלמידים לשאול שאלות בכתב (אפילו בעילום שם) ולא רק בעל פה.

שיעור 3: מציאת בני זוג בבעלי חיים

מכירים את דרכי התקשורת בין בעלי חיים בעונות הרבייה דרך תמונות, קטעי מידע, הפרק חיזור ומשיכה באתר כל צבעי הקשת ברשת וסרטוני youtube: איתותים באמצעות מראה, ריח, קולות, ריקוד, קרבות זכר או מתן מתנות.

עושים סיעור מוחות ודנים בשאלה: מה יקרה אם לא תהיה דרך חיזור אופיינית לכל מין ומין? מכירים דוגמות של דרכי חיזור אופייניות למין:

- ציורים של ציפורי שיר (לכל מין "פזמון" משלו, המבדיל אותו משאר המינים. כך הנקבות מזהות את הזכרים "שלהן"; כך גם קרקורי הצפרדעים).
- פרומונים אופייניים (לדוגמה, לכל מין פרפר יש פרומון ייחודי לו).
- ריקודי חיזור אופייניים.

מנתחים את הניסוי המתאר את התקשורת דרך פרומונים בין טוואי המשי (בספר **רבייה והתפתחות ביצורים חיים**, בעמודים 44–45): דנים בשאלות המחקר, בגורמים הקבועים, בקבוצות הבקרה, בתיאור התוצאות ובמסקנות.

שיעור 4: גדילה והתבגרות בצמחים

דנים בשאלות: האם קיימת עונת רבייה גם בצמחים? מה מאפיין את עונת הפריחה ובמה היא תלויה (אורך יום, כמות מים וטמפרטורה)? מה חשיבות התזמון של עונת הפריחה בה בעת עם העונה שבה המאביקים פעילים בסביבת החיים?

מנתחים טקסטים העוסקים בנושאים אלו כדוגמת המשימה: "פריחת האדומים" בספר **רבייה והתפתחות ביצורים חיים** (בעמודים 91–92), או "התאנה חנטה פגיה" (בעמודים 185–186).

ב. קשיים אופייניים

1. במקרים רבים התלמידים חשים מבוכה רבה בעת הלימוד על נושא הרבייה, ובייחוד רביית האדם. המבוכה עלולה להתבטא בדרכים שונות, כולל הפרעה להתנהלות השיעור.
2. בשפת היום-יום משתמשים במילה "מחזור", ומתכוונים בעצם למונח הביולוגי "וסת". התלמידים מתקשים בראייה כוללת של תהליך הביוץ והווסת, בתור תהליכים החוזרים על עצמם מדי חודש.

ג. המלצות להתמודדות עם הקשיים

1. הטיפול בנושאים אלו מחייב לגלות רגישות יתרה, בייחוד באוכלוסיות שלא נהוג בהן לדון בנושא בגלוי ובחופשיות. במקרה הצורך, כדאי לאפשר לתלמידים להתבטא ולשאול שאלות בכתב, לא רק בעל פה, ואפילו בעילום שם.
2. אפשר להרגיל את התלמידים להשתמש במילים המדעיות הנכונות: מחזור או וסת, על ידי הדגשתן ויצירת הבחנה בין מילים מדעיות לבין מילים שנעשה בהן שימוש יום-יומי. כדי להבין את נושא המחזוריות, חשוב לנתח **תרשים מעגלי** המדגיש את המחזוריות, ובד בבד לעסוק במשמעות המילה "מחזור" בעברית ולתת דוגמות למחזורים אחרים שהתלמידים מכירים.

טבלת תכנון ה.ל.ה.

טווח שעות מומלץ: עשר שעות

נושא	מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפניה לחומרי למידה	משימות הערכה
שינויים בתקופת ההתבגרות	- תקופת ההתבגרות - סימני מין ראשוניים ומשניים - הורמונים - גדילה והתבגרות	- דיון - טיעון - איסוף ועיבוד מידע (הוספת היצור הנבחר) - מיון	- דיון: שינויים גופניים בתקופת ההתבגרות - מיון: סימני מין ראשוניים ומשניים - איסוף מידע על התבגרות היצור הנבחר, עיבודו והוספתו לתלקיט	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 61–62, 151–164 - מערכות הרבייה של הגבר ושל האישה, באתר אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב מחזור הרבייה ובאתר	
המחזור החודשי של האישה	- מחזור חודשי - וסת - ביוץ - השרשת העובר - רירית הרחם - הפריה - היריון - הורמונים	- ניתוח תרשים - דיון	- ניתוח תרשים: מעגל הביוץ והווסת - עבודה מתוקשבת: מחזור הביוץ והווסת - דיון: תכנון משפחה, הצורך באמצעי מניעה, מחלות מין	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 63–65 - פעילות מתוקשבת: מחזור ההורמונים והביוץ באתר מחזור הרבייה ובאתר אופק במדע וטכנולוגיה לחטיבות הביניים	
מציאת בני זוג בבעלי חיים	- עונת רבייה - חיזור - דרכי תקשורת בין בני הזוג - דו־צורתיות מינית - אורך יום	- איסוף ועיבוד מידע (הוספת היצור הנבחר) - טיעון - ניתוח מדעי ניסוי	- איסוף מידע על תקשורת בין בני זוג בבעלי חיים, כולל היצור הנבחר והוספתו לתלקיט - מיון המידע על פי דרכי התקשורת - דיון: מה היה קורה אילו לא הייתה דרך החיזור אופיינית למין? - ניתוח ניסוי: תקשורת בין זכרים ונקבות בטוואי המשי	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 34–43, 44–45, 176 - הפרק חיזור ומשיכה באתר כל צבעי הקשת ברשת - סרט ב-youtube: חיזור בבעלי חיים - סרט נוסף ב-youtube: חיזור בבעלי חיים	
גדילה וההתבגרות בצמחים	- פריחה - עונת פריחה - אורך יום	- טיעון - ניתוח מידע מטקסט - ניתוח ניסויים והסקת מסקנות	- דיון: עונת רבייה בצמחים - ניתוח קטעי מידע העוסק בעונות פריחה של צמחים בעלי פרחים אדומים, ובפריחה והאבקה בתאנים	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 91–92, 185–186	

חומרי למידה העוסקים בתוכני ערכת ה.ל.ה בנושא "רבייה ותורשה"

- **רבייה והתפתחות ביצורים חיים**, האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך (2005).
- **עולם הרבייה**, הוצאת מט"ח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית, [ספר דיגיטלי, פתוח לציבור](#) (2010).
- **גלגל החיים**, משולש המוחו"ט ואוניברסיטת תל-אביב, הוצאת רמות (1999).
- **חידת התורשה – מהדורה מורחבת ומעודכנת**, הוצאת מט"ח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית (2008).
- **רבייה בטבע – רבייה בצמחים ובבעלי חיים**, ספר לימוד לחטיבה העליונה, האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך (2002).

אתרי אינטרנט מומלצים וחומרי העשרה למורה ולתלמיד/ה

שם האתר	כתובת האתר
אתר אופק במדע וטכנולוגיה לחטיבות הביניים	ofekhigh.cet.ac.il
הספרייה הווירטואלית, באתר מטח	http://lib.cet.ac.il/pages/frontpage.asp
אתר מחזור הרבייה, מטח	science.cet.ac.il/science/reproduction
אתר גנאטיקה, מטח	science.cet.ac.il/science/genetics
אתר בריינפופ (רבייה, גדילה והתפתחות)	http://www.brainpop.co.il/search/results.weml

פריטי הערכה

טבלת מיפוי פריטי הערכה

דרכי רבייה והורשת תכונות

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
1.	מעבר החומר התורשתי		ידע	סגור
2.	חלוקת מיטוזה ורבייה אל-זוויגית		ידע	סגור
3.	הנצה, רבייה אל-זוויגית		ידע	סגור
4.	רבייה אל-זוויגית		ידע	סגור
5.	רבייה זוויגית		ידע	סגור
6.	חלוקת הפחתה	ניתוח הנמקה	ידע	סגור
7.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית		ידע	סגור
8.	חומר תורשתי, גרעין תא		ידע	סגור
9.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	ניתוח נתונים	ידע	סגור
10.	כרומוזומים, גנים, תכונה		ידע	סגור
11.	תכונות תורשתיות ונרכשות	ניתוח נתונים	ידע	סגור
12.	מדרג ביולוגי		ידע	סגור
13.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	ניתוח הנמקה	יישום	סגור
14.	תכונות תורשתיות ונרכשות		יישום	פתוח
15.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	הנמקה	יישום	סגור/פתוח
16.	תכונות תורשתיות ונרכשות		יישום	פתוח
17.	חי מוצאו מחי		יישום	סגור
18.	רבייה ומין טקסונומי		יישום	סגור
19.	חלוקת הפחתה	הסקת מסקנה	יישום	סגור
20.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	בניית טיעון	הנמקה	פתוח
21.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	בניית טיעון	הנמקה	פתוח
22.	חלוקת הפחתה	השוואה וטיעון	הנמקה	פתוח
23.	רבייה זוויגית ואל-זוויגית	ניתוח ניסוי וטבלת נתונים	הנמקה	פתוח
24.	השבחה ורבייה זוויגית	בניית טיעון	הנמקה	פתוח

הפריה

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
25.	הפריה חיצונית, הפריה פנימית		ידע	סגור
26.	הפריה בצמחים, גרגרי אבקה	הנמקה	ידע	סגור, פתוח
27.	תאי רבייה	השוואה	ידע	סגור
28.	הפריה	ניתוח נימוקים	ידע	סגור
29.	האבקה		ידע	סגור
30.	פרח חד-זוויגי ודו-זוויגי		ידע	סגור
31.	הפריה פנימית וחיצונית, האבקה		ידע	סגור
32.	תאי הרבייה באדם		ידע	סגור
33.	פרח דו-זוויגי		ידע	סגור
34.	הפריה חיצונית		ידע	סגור
35.	אבקנים		ידע	סגור
36.	הפריה		ידע	סגור
37.	הפריה פנימית		ידע	סגור
38.	הפריה פנימית		ידע	סגור
39.	הזרעה מלאכותית, הפריה חוץ-גופית		ידע	סגור
40.	הפריה בצמחים וביונקים	השוואה	ידע	סגור
41.	רבייה בצמחים, רבייה זוויגית ואל-זוויגית	טיעון	ידע	פתוח
42.	איברי הרבייה		ידע	פתוח
43.	הפריה חוץ-גופית	ניתוח טיעונים	יישום	סגור
44.	תאי הרבייה		יישום	סגור
45.	הפריה חיצונית	הסקת מסקנה	יישום	סגור
46.	תאי הרבייה	השוואה	ידע	סגור
47.	האבקה	מיון	ידע	סגור
48.	הפריה, הזדווגות, עיקור	ניתוח טיעונים	יישום	סגור
49.	האבקה		יישום	סגור
50.	האבקה	טיעון	יישום	פתוח
51.	מעורבות האדם בהפריה	השוואה	הנמקה	פתוח
52.	הפריה פנימית	טיעון	הנמקה	פתוח

53.	הפריה	טיעון	הנמקה	פתוח
54.	איברי הרבייה	השוואה	הנמקה	פתוח
55.	הפריה חוץ-גופית, הפריה חיצונית	טיעון	הנמקה	פתוח

התפתחות העובר והצאצאים

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
56.	השרצה		ידע	סגור
57.	רביית צמחים	ארגון רצף	ידע	סגור
58.	הפריה והתפתחות עובר באדם		ידע	סגור
59.	עוברי יונקים		ידע	סגור
60.	גלגול בחרקים	ארגון רצף	ידע	סגור
61.	עובר		ידע	סגור
62.	רבייה בקבוצות סיסטמטיות שונות		ידע	סגור
63.	המלטה		ידע	סגור
64.	עובר בצמחים		ידע	סגור
65.	פרי		ידע	סגור
66.	פרי וזרע		ידע	סגור
67.	זרע ותא זרע		ידע	סגור
68.	רבייה ביבשה		ידע	סגור
69.	הפריה פנימית		ידע	סגור
70.	רבייה בקבוצות סיסטמטיות שונות	ניתוח טבלה והסקה	יישום	סגור, פתוח
71.	אפרוח, גוזל	השוואה	יישום	פתוח
72.	עובר בתוך ביצה	טיעון	הנמקה	פתוח
73.	שליה		הנמקה	פתוח
74.	רבייה בקבוצות סיסטמטיות שונות	הנמקה	הנמקה	פתוח
75.	הטלה, השרצה, טיפול בצאצאים	טיעון	הנמקה	פתוח
76.	רבייה ביבשה	טיעון	ידע	פתוח
77.	הדגרה מלאכותית	ניתוח טבלה וטיעון	הנמקה	פתוח

התבגרות ומציאת בני זוג

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
78.	הורמוני מין		ידע	פתוח
79.	ביוץ, היריון, זיגוטה, השרשה	ארגון רצף	ידע	סגור
80.	מערכת הרבייה של האישה		ידע	סגור
81.	מערכת הרבייה של האישה	ניתוח איור	ידע	סגור
82.	ביוץ והמחזור החודשי	ניתוח הנמקה	ידע	סגור
83.	היריון והמחזור החודשי		ידע	סגור
84.	רירית הרחם		ידע	פתוח
85.	וסת		ידע	פתוח
86.	פרומונים		ידע	סגור
87.	תנאי נביטה		ידע	פתוח
88.	הפצת זרעים		ידע	פתוח
89.	חיזור		ידע	סגור
90.	התבגרות		ידע	סגור
91.	פרומונים	הנמקה	יישום	סגור
92.	תנאי נביטה	הנמקה	יישום	פתוח
93.	חיזור		יישום	סגור
94.	הפצת זרעים	הסקת מסקנה	יישום	סגור
95.	חיזור		יישום	סגור
96.	מועדי רבייה בצמחים	בניית טיעון	יישום	פתוח
97.	מועדי רבייה בבעלי חיים	הנמקה	יישום	סגור
98.	חיזור	ניתוח ניסוי והסקת מסקנה	הנמקה	פתוח
99.	חיזור	הנמקה	הנמקה	פתוח

פריטי הערכה בנושא דרכי רבייה והורשת תכונות

פריטי הערכה ברמת ידע והבנה

1. ממי מתקבל החומר התורשתי בביצית מופרית של אדם?
 - א. מהביצית של האם
 - ב. מתא הזרע של האב
 - ג. מתאי הגוף של האם ושל האב
 - ד. מביצית האם ומתא הזרע של האב

2. סמנו את המשפט הנכון בנוגע לחלוקת תאים ברבייה אל-זוויגית:
 - א. התאים מתחלקים בחלוקות הפחתה (מיוזה)
 - ב. התאים מתחלקים בחלוקות של מיטוזה
 - ג. אין חלוקת תאים בדרך רבייה כזאת
 - ד. התאים מתחלקים בשתי דרכי החלוקה (מיטוזה ומיוזה)

3. ההידרה היא בעל חיים קרוב למדוזות. אורכה עד 2 ס"מ והיא חיה במים. ההידרה מתרבה בהנצה – "ניצן" שבולט מגופה מתפתח להידרה עצמאית. הנצה היא דוגמה ל... (סמנו את התשובה הנכונה):
 - א. הפריה
 - ב. רבייה זוויגית
 - ג. רבייה אל-זוויגית
 - ד. שום תשובה איננה נכונה

4. מי מהבאים מתרבה ברבייה אל-זוויגית?
 - א. חיידק
 - ב. דג
 - ג. אדם
 - ד. כלנית

5. מי מתרבה ברבייה זוויגית?
 - א. בעלי חיים בלבד
 - ב. צמחים בלבד
 - ג. גם בעלי חיים וגם צמחים
 - ד. כל היצורים החיים

6. כיצד ייתכן שמספר הכרומוזומים בביצה המופרית אינו כפול, אלא שווה למספרם בתאי הגוף של ההורים,

למרות ההתלכדות של תא הביצה עם תא הזרע?

- א. כי בעת יצירת תא הזרע ותא הביצה מתרחשת מיוזה
- ב. כי בעת יצירת תא הזרע ותא הביצה מתרחשת מיטוזה
- ג. כי בעת התלכדות תא הזרע ותא הביצה מתרחשת מיוזה
- ד. כי בעת החלוקה של הביצה המופרית מתרחשת מיוזה

7. איזה מהמשפטים הבאים **אינו נכון** בנוגע לרבייה אל-זוויגית?

- א. בדרך זו נוצרים צאצאים בעלי תכונות שונות מהוריהם
- ב. בדרך זו נוצרים צאצאים הדומים בתכונותיהם זה לזה ולהורה
- ג. בדרך זו יכולים להתקבל במהירות מספר גדול של צאצאים
- ד. בדרך זו יש צורך רק בהורה אחד

8. היכן נמצא המידע התורשתי?

- א. בחלבונים שבגרעין
- ב. בחלבונים שבציטופלסמה
- ג. בדנ"א שבגרעין
- ד. בדנ"א שבציטופלסמה

9. לפניכם רשימה של מושגים.

רשמו ליד כל מושג אם הוא מתאים לרבייה **זוויגית** / **אל-זוויגית** / **לשתי צורות הרבייה**.

- א. צמח תות שדה שנשתל באדמה הצמיח שלוחות לצדדים, ונוצרו צמחים רבים _____
- ב. כדי לקבל פירות במטע תמרים, מפזרים גרגרי אבקה מעצי הזכר על עצי הנקבה _____
- ג. הצאצאים נוצרים מתא אחד _____
- ד. הצאצאים נוצרים מהתלכדות של תא רבייה זכרי עם תא רבייה נקבי _____
- ה. היבלית היא צמח המתרבה על ידי שלוחות ועל ידי זרעים _____
- ו. הצאצא זהה בתכונותיו התורשתיות לפרט שהוא נוצר ממנו _____
- ז. הצאצא דומה בתכונותיו להוריו, מקצתן לאב ומקצתן לאם _____
- ח. החקלאים מרבים את הצמחים בדרך רבייה, המאפשרת לקבל במהירות הרבה מאוד צמחים בעלי תכונות רצויות _____

10. התאימו לכל הגדרה את המושג המתאים לה:

- | | |
|---|------------|
| א. קטעי דנ"א האחראים ליכולת לפתח תכונה כלשהי | כרומוזומים |
| ב. מאפיין של יצור חי או של קבוצת יצורים | דנ"א |
| ג. גופיפים המכילים את החומר התורשתי | תכונה |
| ד. החומר שבו נמצא המידע לכל התכונות התורשתיות | גנים |

11. לפניכם רשימת מאפיינים העוסקים בתכונות.

כתבו ליד כל מאפיין אם הוא מתאים לתכונות **נרכשות** או לתכונות **תורשתיות**.

- א. תכונות שהיצור רוכש לעצמו בהשפעת תנאי סביבה _____
- ב. תכונות שנקבעות על ידי מידע מסוים המוגדר בדנ"א _____
- ג. תכונות שהופעתן אינה תלויה במאמץ של הפרט _____
- ד. תכונות שמופיעות בפרט, ולא דווקא בצאצאיו _____

12. מה הוא הסדר הנכון של רמת ארגון (מן הקטן אל הגדול, מן הפשוט אל המורכב יותר), ביצורים חיים?

- א. כרומוזומים, גרעין, דנ"א, תא
- ב. כרומוזומים, דנ"א, גרעין, תא
- ג. דנ"א, כרומוזומים, גרעין, תא
- ד. דנ"א, גרעין, כרומוזומים, תא

פריטי הערכה ברמת יישום

13. צמחי החרצית התרבותית יפים, והם משמשים לקישוט גינות ולזרי פרחים.

מדוע כדאי למגדלי הפרחים להרבות את החרציות ברבייה אל-זוויגית, ולא ברבייה זוויגית?

- א. בגלל השוני הרב בין הצאצאים ברבייה אל-זוויגית
- ב. מכיוון שברבייה אל-זוויגית תכונות הצאצאים זהות לתכונות הצמח המקורי
- ג. מכיוון שברבייה אל-זוויגית מופיעים צירופי תכונות חדשים
- ד. מכיוון שברבייה אל-זוויגית מגדילה את העמידות בפני חרקים מזיקים

14. מהי תכונה תורשתית?

- א. תכונה המשותפת לכל בני המשפחה לאורך דורות
- ב. תכונה שהגורם לה עובר מדור ההורים לדור הצאצאים
- ג. תכונה הנקבעת על ידי תנאי הסביבה
- ד. תכונה שתמיד באה לידי ביטוי

15. יצורים ממין א' מתרבים רק על ידי רבייה אל-זוויגית. יצורים ממין ב' מתרבים רק על ידי רבייה זוויגית.

אם יחולו שינויים גדולים בתנאי הסביבה, לאיזה מבין שני המינים סיכוי רב יותר להמשיך להתקיים?

- א. למין א'
- ב. למין ב'
- ג. סיכויים שווים לשני המינים
- ד. שני המינים ייכחדו

נמקו את תשובתכם: _____

16. שני בני זוג בהירים בילו חופשה בשמש, ועורם נעשה שחום מאוד. אילו ילדים ייוולדו להם?

א. בהירי עור

ב. שחומי עור

ג. בעלי עור בצבע ביניים: שחום-בהיר

ד. מחציתם יהיו בהירי עור ומחציתם שחומי עור

17. בשקית פלסטיק סגורה המכילה אטריות, הופיעו זחלים קטנים. ממה הם נוצרו?

א. מביצים של יצורים חיים שהיו בשקית לפני שנסגרה

ב. מאוויר שהיה בשקית לפני שנסגרה

ג. מגרגרי האטריות שבשקית

ד. מלכלוך שהיה בשקית לפני שנסגרה

18. מהו הקריטריון שעל פיו אפשר לדעת שזכר ונקבה כלשהם שייכים לאותו המין (species)?

א. הם דומים זה לזה בגודל ובצורה

ב. הם דומים זה לזה בסביבת החיים שלהם

ג. הם יכולים לשחק זה עם זה ולא לטרוף זה את זה

ד. הם יכולים להעמיד צאצאים פוריים

19. בתא של צמח האפונה יש 14 כרומוזומים.

אילו בזמן יצירת תאי הרבייה של האפונה לא הייתה חלוקת הפחתה – מה היה קורה?

א. תאי הרבייה של הצאצאים היו מכילים 7 כרומוזומים

ב. תאי הרבייה של הצאצאים היו מכילים 28 כרומוזומים

ג. תאי הגוף של הצאצאים היו מכילים 14 כרומוזומים

ד. תאי הגוף של הצאצאים היו מכילים 28 כרומוזומים

פריטי הערכה ברמת הנמקה

20. חוקרים שעוסקים בפיתוח צמחים בעלי תכונות רצויות לחקלאים, מרבים אותם תחילה ברבייה זוויגית, ורק אחר כך ברבייה אל-זוויגית. הסבירו מדוע.

21. מה היה קורה אם תהליך המיוזה לא היה קיים?

22. יש בעלי חיים המתרבים ברבייה אל-זוויגית, ויש בעלי חיים המתרבים ברבייה זוויגית.

א. כאשר מתרחש שינוי בתנאי הסביבה, לרבייה זוויגית יש יתרון על פני רבייה אל-זוויגית. הסבירו מדוע.

ב. כאשר תנאי הסביבה אינם משתנים, לרבייה אל-זוויגית יש יתרון על פני רבייה זוויגית. הסבירו מדוע.

23. הצמח תות שדה עשוי להתרבות בשתי דרכי רבייה: רבייה דרך שלוחות, ורבייה דרך זרעים. חקלאי גידל צמחי תות שדה בשתי חלקות. הקרקע ותנאי ההשקיה בשתי החלקות היו זהים. בחלקה אחת הוא גידל שלוחות של צמחי תות שמקורם בצמח תות אחד, ובחלקה האחרת הוא זרע זרעים של צמחי תות שמקורם מאותו צמח תות. בעונת הקטיפ בדק המדען את מתיקות הפרי בחמישה צמחי תות מכל חלקה. תוצאות הבדיקות מוצגות בטבלה הבאה:

מס' צמח	מתיקות הפרי מ"ג סוכר לכל 100 גרם פרי (חלקה א' – ריבוי דרך שלוחות)	מתיקות הפרי מ"ג סוכר לכל 100 גרם פרי (חלקה ב' – ריבוי דרך זרעים)
1	250	120
2	274	450
3	260	330
4	280	97
5	270	250

- א. מדוע חשוב לציין כי הקרקע ותנאי ההשקיה היו זהים בשתי החלקות?
ב. מה ההבדל בין רמת המתיקות של התותים מחלקה א' לבין רמת המתיקות של התותים מחלקה ב'?
ג. הסבירו: מה הקשר בין תוצאות מתיקות הפרי בשתי החלקות לבין דרך הרבייה של התותים?

24. באילו מינים סיכויי השבחה גדולים יותר – במינים שמתרבים ברבייה אל-זוויגית או ברבייה זוויגית? נמקו.

פריטי הערכה בנושא הפריה

פריטי הערכה ברמת ידע והבנה

25. איזה מבין התיאורים האלה מאפיין הפריה חיצונית (ולא הפריה פנימית)?
א. מספר תאי הזרע גדול ממספר תאי הביצה
ב. אין מגע בין הזכר לבין הנקבה
ג. מתרחשת אצל רוב בעלי החיים היבשתיים
ד. מתרחשת אצל רוב בעלי החיים הימיים

26. אילו צמחים מייצרים את הכמויות הגדולות ביותר של גרגרי אבקה?

- א. צמחים המואבקים על ידי רוח
ב. צמחים המואבקים על ידי האבקה מלאכותית
ג. צמחים המואבקים על ידי חרקים
ד. צמחים המואבקים בהאבקה עצמית

נמקו את בחירתם:

27. מה מוצאים כאשר משווים את מספר תאי הביצה אל מספר תאי הזרע של זכר ונקבה מאותו המין?

- א. מספר תאי הביצה שווה למספר תאי הזרע
- ב. מספר תאי הביצה גדול ממספר תאי הזרע
- ג. מספר תאי הביצה קטן ממספר תאי הזרע
- ד. מספר תאי הזרע ומספר תאי הביצה משתנה בכל חודש

28. מדוע רק תא זרע אחד חודר לתוך תא הביצה?

- א. כי רק תא זרע אחד מגיע לתא הביצה
- ב. כי רק לתא זרע אחד יש יכולת לקדוח חור בקרום של תא הביצה
- ג. כי הקרום של תא הביצה נעשה בלתי חדיר לתאי זרע אחרים
- ד. כי תא הביצה קטן מכדי להכיל מספר גדול של תאי זרע

29. מהו תהליך ההאבקה בצמחים?

- א. תא הזרע מתלכד עם הביצית
- ב. אבקה נדבקת לחרקים
- ג. האבקנים מייצרים אבקה
- ד. אבקה מועברת מאבקנים לצלקות

30. לפניכם רשימת משפטים. ציינו לאיזה פרח מתאים כל אחד מהם – לפרח חד־זוויגי או לפרח דו־זוויגי.

- א. פרח המכיל אברי רבייה זכריים ונקביים _____
- ב. פרח המכיל אברי רבייה זכריים בלבד _____
- ג. פרח המכיל אברי רבייה נקביים בלבד _____
- ד. בפרח זה תיתכן האבקה עצמית _____
- ה. בפרח זה לא תיתכן האבקה עצמית _____

31. ציינו ליד כל אחד מהמשפטים אם הוא נכון או לא נכון.

- א. אצל יצורים בעלי הפריה פנימית, בדרך כלל מספר תאי הביצה קטן ממספרם אצל יצורים בעלי הפריה חיצונית _____
- ב. כל הצאצאים, שנוצרים בהאבקה עצמית זהים בתכונותיהם _____
- ג. ההפריה באדם מתרחשת ברחם _____

32. מה נמצא בפרח דו־זוויגי?

- א. עמוד עלי, צלקת ושחלה
- ב. אבקנים, שחלה ועמוד עלי
- ג. אבקנים, ביציות וצלקת
- ד. כל התשובות נכונות

33. לפניכם רשימת תיאורים של תאי רבייה באדם ובבעלי חיים.

ציינו בנוגע לכל תיאור אם הוא מתאים **לתא זרע**, **לתא ביצה** או **לשניהם** (הקיפו את התשובה הנכונה).

- א. מכיל חומר תורשתי תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ב. בעל כושר תנועה תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ג. לעתים מכיל מאגר מזון תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ד. מתקיים בסביבה מימית תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ה. נוצרים בכמות גדולה תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ו. נוצר בשחלה תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ז. נוצר באשך תא זרע / תא ביצה / שניהם
- ח. משתתף בהפריה תא זרע / תא ביצה / שניהם

34. אצל מי מתקיימת הפריה חיצונית?

- א. דגים ויונקים
- ב. דגים ודו-חיים
- ג. עופות ודו-חיים
- ד. זוחלים ודגים

35. מהו תפקיד האבקנים בצמחים?

- א. למשוך חרקים
- ב. למשוך את הרוח
- ג. לייצר את גרגרי האבקה של הצמח
- ד. לקלוט את הביציות של הצמח

36. מה קורה בתהליך ההפריה?

- א. תאי ביצה ותאי זרע נוצרים
- ב. תאי ביצה ותאי זרע מבשילים
- ג. תא ביצה מתלכד עם תא זרע
- ד. נוצרים פרות וזרעים

37. מה היתרון של הפריה הפנימית?

- א. היא מבטיחה יצירת מספר גדול של צאצאים
- ב. היא מונעת התייבשות של תאי הזרע
- ג. היא מעודדת את התפתחות העובר
- ד. היא מונעת שינויים בחומר התורשתי

38. איזה משפט נכון בנוגע להפריה פנימית?

- א. היא מתרחשת רק ביונקים
- ב. היא מתרחשת רק בבעלי חיים
- ג. היא מתאימה לבעלי חיים בבית גידול יבש
- ד. היא מתרחשת בכל בעלי החיים המתרבים ברבייה זוויגית

39. מה תפקיד הנחשון בפרח?

- א. להעביר גרגרי אבקה אל הצלקת
- ב. לייצר תאי זרע
- ג. למשוך חרקים מאביקים אל הפרח
- ד. לאפשר מעבר של תאי הזרע אל השחלה

40. איזה מהמשפטים הבאים נכון גם בנוגע לצמחים בעלי פרחים וגם בנוגע ליונקים?

- א. העובר מכיל מחצית מהחומר התורשתי של הבוגר
- ב. ההפריה היא פנימית
- ג. תא הזרע שולח נחשון אל הביצית
- ד. לכל פרט יש אברי רבייה זכריים או נקביים

41. לפניכם שלושה מונחים הקשורים ברבייה בצמחים: גרגרי אבקה, הנצה, נחשון.

בנוגע ל**כל אחד** מן המונחים האלה, ציינו לאיזה סוג רבייה הוא קשור – לרבייה **אל-זוויגית** או לרבייה **זוויגית**, והסבירו **בקצרה** מהו הקשר.

42. ציינו מה התפקיד של כל אחד מן החלקים הבאים:

- שחלת הפרח _____
- צלקת הפרח _____
- החצוצרה _____
- הרחם ביונקים _____

פריטי הערכה ברמת יישום

43. איזה מהמשפטים הבאים **אינו** מתאר הפריה חוץ-גופית?

- א. הפריה כזאת היא פתרון לבעיית הפוריות
- ב. בהפריה כזאת תאי הרבייה מתלכדים בתוך גופה של הנקבה
- ג. בהפריה כזאת לא נחוצים תאי זרע רבים
- ד. בהפריה כזאת העובר מתפתח בתוך גוף האם

44. לתאי הזרע של בעלי חיים יש שוטון והם בעלי כושר תנועה.

איזה עיקרון ביולוגי נתונים אלו ממחישים?

א. יש אחדות בדרכי הרבייה של יצורים שונים

ב. הזכרים זריזים יותר מהנקבות

ג. הישרדותו של מין תלויה ביכולתו להעמיד צאצאים

ד. יש התאמה בין מבנה לתפקיד

45. הקרפדה היא דוגמה לבעל חיים שההפריה אצלו היא חיצונית.

מה אפשר להסיק מכאן בנוגע לקרפדה?

א. שאין לה רחם

ב. שאין לה הורמונים

ג. שאין לה תאי רבייה

ד. שאין לה שחלה

46. ביצית ותא זרע – במה הם דומים זה לזה?

א. הם בעלי אותו הגודל

ב. מספרם שווה

ג. הם בעלי כושר תנועה

ד. יש בהם אותו מספר כרומוזומים

47. לפניכם מושגים הקשורים לתהליך ההאבקה בצמחים: גרגרי אבקה רבים מאוד, גרגרי אבקה דביקים,

צוף, צלקות מנוצות, עלי כותרת צבעוניים.

כתבו אותם בעמודות המתאימות, בטבלת המיון שלפניכם.

האבקה על ידי בעלי חיים	האבקה על ידי רוח

48. בחלקה חקלאית נעשה ניסוי לעיקור זכרים של חרקים ממין כלשהו.

האם פעולה כזו יכולה להפחית את כמות החרקים בחלקה?

א. לא, מפני שהחרקים ימשיכו להזדווג

ב. לא, מפני שהעיקור לא ישפיע מבחינה גנטית על הצאצאים

ג. כן, מפני שהעיקור יפחית את קצב הריבוי של המין

ד. כן, מפני שהעיקור יגרום לזכרים למות

49. מה יקרה אם חרק אחד יבקר אצל הכלנית ומיד אחר כך יבקר אצל הסביון?

- א. תתרחש הפריה, שבה גרגרי האבקה של הכלנית יפרו את הביצית של הסביון
- ב. לא תתרחש הפריה, כי החרק יהיה עמוס מדי בגרגרי אבקה
- ג. תתרחש הפריה, שבה גרגרי האבקה של הסביון יפרו את הביצית של הכלנית
- ד. לא תתרחש הפריה, כי גרגרי האבקה של כלנית יכולים להפרות רק ביציות של כלנית

50. תלמידים שחזרו מטיול סיפרו בהתפעלות על פרח שראו ותיארו אותו כך: "הפרח גדול ודומה לגביע, צבעו צהוב זוהר, הוא מכיל צוף ומפיץ ריח".
לאיזו דרך של האבקה מותאם פרח זה? נמקו את תשובתכם.

פריטי הערכה ברמת הנמקה

51. מה ההבדל בין הזרעה מלאכותית להפריה חוץ-גופית? ציינו שני הבדלים.

52. הסבירו כיצד הפריה פנימית מותאמת לחיים ביבשה.

53. הסבירו כיצד צפרדעים, שהן בעלי חיים יבשתיים, מקיימות את הכלל, שההפריה מתרחשת תמיד בסביבה לחה.

54. השוו בין שחלה באישה לשחלה בצמח. בתשובתכם ציינו הבדל אחד ביניהן, ודבר אחד משותף להן.

55. תלמידים טענו, שהפריה חוץ-גופית היא למעשה הפריה חיצונית. מה דעתכם על הטענה?

פריטי הערכה בנושא התפתחות העובר והצאצאים

פריטי הערכה ברמת ידע והבנה

56. היכן מתפתחים העוברים אצל בעלי חיים המשריצים את הצאצאים?

- א. ברחם שבגוף האם
- ב. בביצה שבגוף האם
- ג. בביצה שנמצאת במים
- ד. בביצה שנמצאת בקן

57. לפניכם רשימת תהליכים המתרחשים במהלך הרבייה בצמחים.

רשמו את התהליכים על פי סדר התרחשותם בצמח: האבקה, הפריה, הפצת זרעים, יצירת פרי, צמיחת הנחשון.

58. היכן בגוף האישה מתרחשת ההפריה של הביצית, והיכן מתפתח העובר?

59. מה מאפיין את התפתחות העובר רק אצל היונקים?

- א. העובר נוצר בעקבות הפריה פנימית
- ב. העובר מתפתח בתוך רחם
- ג. התאים מתמיינים לרקמות ולאברים
- ד. העובר מקבל את המזון משק החלמון

60. מהו סדר השלבים הנכון בגלגול מלא של חרקים?

- א. ביצה, גולם, זחל, בוגר
- ב. זחל, ביצה, גולם, בוגר
- ג. גולם, בוגר, ביצה, זחל
- ד. בוגר, זחל, גולם, ביצה

61. מהו עובר?

- א. יצור שמתפתח בתוך הרחם
- ב. יצור שמתפתח בתוך ביצה
- ג. יצור שמתפתח מתא ביצה מופרה
- ד. יצור שמתפתח בשחלה

62. לפניכם שישה מאפיינים הקשורים לרבייה.

רשמו ליד כל אחד מהם, איזו קבוצה של יצורים חיים הוא מאפיין: 1. דגים ודורחיים; 2. זוחלים ועופות; 3. יונקים.

שימו לב: מאפיין עשוי להתאים ליותר מקבוצה אחת.

- א. הביצים בעלות קליפה סיגנית (קשה ועשויה מסידן) _____
- ב. מלאי החלמון שבתא הביצה גדול _____
- ג. העובר מקבל מזון ישירות מגוף האם _____
- ד. ההפריה חיצונית בדרך כלל _____
- ה. ההפריה פנימית _____
- ו. מספר הביצים המופרות קטן לעומת מספר הביצים המוטלות _____

63. היכן העובר מתפתח בצמח ?

- א. בשחלה
- ב. באבקן

ג. על הצלקת

ד. בעמוד העלי

64. לפניכם תיאורים הקשורים לדרכים שבהן יצורים שונים באים לעולם.

צינו ליד כל תיאור את המונח המתאים לו מבין המונחים הבאים: המלטה, בקיעה, השרצה, גלגול, לידה או נביטה.

המונח המתאים לתיאור	התיאור
	הדרך שבה באים לעולם צאצאי האדם
	הדרך שבה באים לעולם צאצאי היונקים
	הדרך שבה יוצאים לעולם צאצאים שהתפתחו בביצה בתוך גוף האם
	הדרך שבה יצורים יוצאים מביצה המצויה מחוץ לגוף האם
	הדרך שבה מתעורר עובר הצמח מתוך הצמח ומתחיל לגדול
	הדרך שבה יצור היוצא לעולם משתנה מצורה לצורה עד שנעשה בוגר

65. מהו פרי?

א. אבר שבו נעשית ההפריה

ב. צאצא של הצמח

ג. אבר שנוצר מן השחלה לאחר ההפריה

ד. אבר הרבייה הנקבי של הצמחים

66. איזה מהמשפטים הבאים נכון בנוגע לזרע בצמחים?

א. נוצר באבקן והוא תא הרבייה הזכרי

ב. נוצר מהביצית ומכיל את העובר

ג. מתפתח מן השחלה

ד. יוצר את הפרי

67. לפניכם כמה משפטים.

סמנו את המשפט שאינו נכון.

א. הזרע כולל תאים רבים, ואילו תא הזרע הוא רק תא אחד

ב. גם תאי הזרע וגם הזרעים נוצרים בשחלת הצמח

ג. זרע כולל עובר, מזון וקליפה, ותא הזרע הוא תא רבייה

ד. זרע נוצר אחרי הפריה ותא זרע נוצר לפני הפריה

68. מה נכון לומר על רבייה בבעלי חיים יבשתיים?

א. ההפריה מתרחשת בשחלה

ב. ההפריה מתרחשת בסביבה לחה

ג. העובר מתפתח בגוף האם
ד. ההורים מטפלים בצאצאים

69. איזה מהמשפטים הבאים נכון בנוגע להפריה פנימית?

- א. הצאצאים זהים בתכונותיהם להוריהם
ב. העובר מתפתח בתוך גוף הנקבה
ג. לא חלה הפחתה של החומר התורשתי בתאי הרבייה
ד. תא הזרע מפרה את הביצית בגוף הנקבה

פריטי הערכה ברמת יישום

70. בטבלה שלפניכם מידע על דרך הרבייה בשלושה בעלי חיים.

המידע	בעלי החיים	בעל חיים מס' 1	בעל חיים מס' 2	בעל חיים מס' 3
בית הגידול של בעל החיים	מים	מים	מים	יבשה
מקום התפתחות העובר	ביצה	גוף האם	ביצה	יבשה
הסביבה שבה מתרחשת ההזדווגות	אלפים	בדרך כלל אחד	אחדים	אחדים

על פי המידע בטבלה, קבעו איזה בעל חיים הוא יונק, איזה עוף ואיזה דג.
הסבירו לגבי כל בעל חיים כיצד קבעתם זאת.

71. השוו בין גוזל לבין אפרוח, והתייחסו למאפיינים הבאים:

- מראה הצאצא הבוקע מהביצה
- טיפול ההורים
- מספר הביצים המוטלות (גדול יותר או קטן יותר)

פריטי הערכה ברמת הנמקה

72. הסבירו כיצד ביצה המוטלת על ידי נקבת העוף מותאמת להתפתחות העובר בתוכה.

73. לפניכם רשימה של תיאורים, הקשורים להתפתחות העובר ביונקים.

התאימו לכל הגדרה את שם האבר המתאים לה, מתוך הרשימה הבאה: רחם, חבל הטבור, שליה, שפיר.

שמות האברים	התיאור
	אבר זה קושר את העובר לשליה
	בתוך אבר זה מתפתח העובר

	אבר זה מגן על העובר מהתייבשות ומזעזועים
	אבר זה מעביר מזון וחמצן מהאם אל העובר

74. סמנו בכל משפט אם הוא **נכון** או **לא נכון**, ואם הוא לא נכון, הסבירו מדוע.
- א. אצל רוב הדגים, ההפריה היא חיצונית והעובר מתפתח מחוץ לגוף האם. . . . נכון / לא נכון
- ההסבר: _____
- ב. הביצים שאנו אוכלים הן תאי ביצה לא־מופריים. . . . נכון / לא נכון
- ההסבר: _____
- ג. אצל דו־חיים, ההפריה היא פנימית והעובר מתפתח בתוך ביצה. . . . נכון / לא נכון
- ההסבר: _____
- ד. רק העוברים של העופות ושל הזוחלים עטופים בקרומים. . . . נכון / לא נכון
- ההסבר: _____

75. הצפע והחומט שייכים למחלקת הזוחלים. אבל הצפע הישראלי מטיל 10–30 ביצים, ואילו חומט הפסים משריץ 3–8 ולדות. הסבירו את ההבדל במספר הצאצאים בשני זוחלים אלה.

76. ציינו שתי תכונות משותפות ליונקים ולעופות, המתאימות אותם לרבייה ביבשה.

77. אחד הגורמים שיש להקפיד עליהם במדְגָה הוא טמפרטורה מתאימה להתפתחות העוברים. הטבלה שלפניכם מתארת את השפעת הטמפרטורה על אחוז האפרוחים שבקעו בהדגרה מלאכותית.

הטמפרטורה (מעלות צלסיוס)	אחוז האפרוחים שבקעו במדגרה
35	10
36	55
37	75
37.5	85
38	80
39	50
39.7	0

א. מה הייתם מיעצים לבעל המדגרה לעשות בנוגע לטמפרטורה, כדי שבמדגרה שלו יבקעו אפרוחים רבים ככל האפשר? הסבירו תשובתכם.

ב. בעל המדגרה החליט שכדי לקבל יותר אפרוחים, הוא יעלה בחורף את הטמפרטורה של המדגרה ל-40 מעלות, ובקיץ הוא יוריד אותה ל-25 מעלות. מה דעתכם על ההחלטה? הסבירו.

פריטי הערכה בנושא התבגרות ומציאת בני זוג

פריטי הערכה ברמת ידע והבנה

78. מהם שני התפקידים העיקריים של הורמוני המין בגיל ההתבגרות?

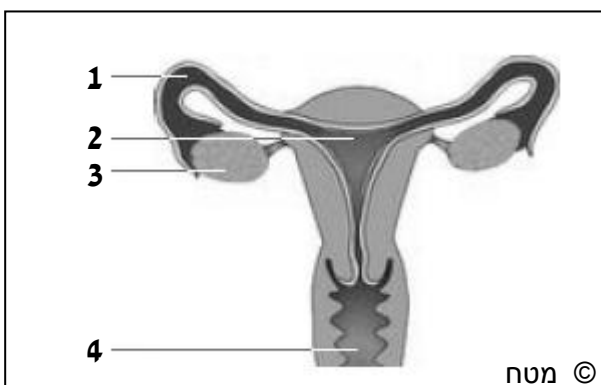
79. סדרו את המילים הבאות על פי הסדר הנכון: ביוץ, היריון, יצירת זיגוטה, הפריה, השרשה.

80. מה נכון לומר על הביציות של האישה?

- הן נמצאות בשחלות של התינוקת
- הן נוצרות בשחלות בגיל ההתבגרות
- הן נשמרות בצינור הביצים
- הן מבשילות ברחם

81. לפניכם ציור של אברי מערכת הרבייה הנקבית.

רשמו את שמות האיברים, וציינו במשפט אחד מהו תפקידו של כל אבר.



1. שם האיבר: _____ תפקידו: _____

2. שם האיבר: _____ תפקידו: _____

3. שם האיבר: _____ תפקידו: _____

4. שם האיבר: _____ תפקידו: _____

82. הסיכוי הגדול ביותר להפריה הוא באמצע המחזור החודשי של הנקבה.

מה הסיבה לכך?

א. בשלב זה הרחם מוכן לקליטת תאי זרע וביציות

- ב. זה השלב שבו הביוץ מתרחש
ג. בשלב זה תאי הזרע בשלים ומוכנים להפריה
ד. בשלב זה הנרתיק מרופד ברירית עבה

83. איזה משפט נכון בנוגע לשלב שבו הנקבה בהיריון?

- א. תאי זרע אינם יכולים להיכנס אל החצוצרה
ב. הביציות אינן יכולות להיכנס אל השחלה.
ג. העובר צף בחלל הרחם
ד. המחזור החודשי נפסק

84. מהו תהליך הביוץ האישה?

- א. הפריית הביצית בתוך השחלה
ב. הפריית הביצית בתוך החצוצרה
ג. יציאת הביצית מן השחלה אל החצוצרה
ד. התפרקות הביצית ויציאתה מן הגוף

85. בדרך כלל, כמה ימים נמשך מחזור הביוץ והווסת?

- א. יום אחד
ב. כ-3 ימים
ג. כ-14 יום
ד. כ-28 ימים

86. איזה משפט נכון בנוגע לפרומוני המין?

- א. חומרים שגורמים להבשלתם של תאי הרבייה
ב. חומרים המשפיעים על צבעיו של הזכר בעונת הרבייה
ג. חומרים המופרשים מגופה של הנקבה ונקלטים על ידי הזכר
ד. חומרים המעוררים את התפתחותם של סימני זווית משניים

87. ציינו שני תנאים הכרחיים לנביטת רוב הזרעים בצמחים.

88. ציינו שתי דרכים להפצת זרעים, ומאפיין אחד של זרעים שמופצים בכל אחת מן הדרכים.

1. דרך ההפצה: _____ מאפיין של הזרעים המופצים בדרך זו: _____

2. דרך ההפצה: _____ מאפיין של הזרעים המופצים בדרך זו: _____

89. למי החיזור מסייע?

- א. לזכר ולנקבה השייכים לאותו המין
- ב. לזכר ולנקבה השייכים למינים שונים
- ג. רק לזכר ולנקבה שיש אצלם דר־צורתיות זוויתית
- ד. לזכר ולנקבה לא־פוריים

90. מתי סימני מין משניים מתחילים להופיע באדם ובעלי חיים?

- א. באדם – בשלב יצירת העובר ; בבעלי חיים – בשלב ההתבגרות
- ב. באדם – בשלב ההתבגרות ; בבעלי חיים – בשלב יצירת העובר
- ג. גם באדם וגם בבעלי חיים – בשלב יצירת העובר
- ד. גם באדם וגם בבעלי חיים – בשלב ההתבגרות

פריטי הערכה ברמת יישום

91. במינים רבים של צמחי מדבר יש מנגנונים לעיכוב נביטה.

מהו היתרון בעיכוב נביטה בתנאי מדבר?

92. חוקרים ניסו להפיק פרומונים של פרפרים.

הם הצליחו להפיק חומר כלשהו מנקבת פרפר ממין מסוים, ומרחו אותו על פרפר מפלסטיק.

הם הניחו את פרפר הפלסטיק באקווריום מלא בפרפרים, אבל שום פרפר לא נמשך אליו.

מה יכולה להיות הסיבה לכך?

סמנו ליד כל משפט אם הוא יכול להיות הסבר אפשרי לתופעה או שאינו הסבר סביר לה.

- א. הפרפרים באקווריום היו ממין שונה מזה שהפרומון הופק ממנו. הסבר אפשרי / הסבר לא־סביר
- ב. הפרפרים באקווריום היו נקבות. הסבר אפשרי / הסבר לא־סביר
- ג. החומר שהחוקרים מרחו לא הכיל פרומונים. הסבר אפשרי / הסבר לא־סביר

93. זכר של ציפור כלשהי פורש את זנבו הצבעוני בפני הנקבה ומשמיע קולות רמים.

מהו המושג המתאים להתנהגות זו?

א. לבוש כלולות

ב. חיזור

ג. דו-צורתיות זוויתית

ד. פְּרֹמוֹנִי מִין

94. לעצי יער רבים יש פְּרוֹת דומים: כדוריים, עסיסיים, מתוקים, חסרי ריח וצבעם אדום-סגול.

בתוך פְּרוֹת כאלה נמצא לרוב זרע אחד קטן בעל קליפה קשה.

כאשר פְּרוֹת אלו מבשילים, הם אינם נושרים מן העצים.

כיצד מופצים הזרעים בצמחים כאלה?

א. על ידי רוח

ב. על ידי פרפרים

ג. על ידי ציפורים

ד. על ידי נמלים

95. במין כלשהו של דגים, הזכר מחזר אחר הנקבה.

מה חשיבותו של החיזור?

א. החיזור גורם לנקבה להטיל יותר ביצים

ב. החיזור גורם לתיאום ההפרשה של תאי הרבייה של בני הזוג

ג. החיזור גורם לזכר לעזור לנקבה בגידול הצאצאים

ד. החיזור גורם לחיזוק הקשר בין הזכר לבין הנקבה

96. צמחים ממינים שונים חייבים להיחשף לאור לפרקי זמן שונים, כדי שיוכלו לפרוח.

כיצד חקלאים יכולים לנצל תכונה זו של הצמח כדי לכוון את הפריחה לתקופות שבהן יש דרישה מוגברת

לפרחים בשוק?

97. בעל חיים ממין א' מתרבה כל השנה.

בעל חיים אחר, דומה לו אך שייך למין אחר, והוא מתרבה רק בעונת האביב.

למה אפשר לייחס את ההבדל הזה?

א. להבדל במספר הנקבות המוכנות לרבייה

ב. להבדל בגודלם ובכוחם הפיזי של שני המינים

ג. להבדל בתנאי סביבות החיים שלהם

ד. המין האחר הוא בסכנת הכחדה

פריטי הערכה ברמת הנמקה

98. חנקן גדול הוא ציפור שיר הניזונה מחסרי חוליות, מזוחלים קטנים ומציפורים קטנות.

החנקן נוהג לשפד את טרפו על עצמים חדים בשטח, ונקבות שמגיעות אל שטחו של הזכר, אוכלות את המזון המשוּפד.

בניסוי שנעשה בנגב בדקו חוקרים כיצד משפיעה כמות המזון שהזכר משפד בשטח, על הצלחתו בחיזור ובהעמדת צאצאים.

החוקרים חילקו חנקנים זכרים לשלוש קבוצות, והתערבו בנעשה בשטח.
תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניכם :

קבוצה	הטיפול	מועד הגעת הנקבות הראשונות לשטח הנבדק	המספר הממוצע של נקבות שקיננו בשטח	מספר הגוזלים הממוצע לכל קן
א	הוסיפו מזון משופד	בחודש הראשון של הניסוי	3	8
ב	סילקו את כל המזון המשוּפד	לא הגיעו	0	0
ג	לא התערבו	בחודש השני של הניסוי	1.5	5

א. מה תפקידה של קבוצה ג' במערכת הניסוי המתואר?

ב. על פי הטבלה, כיצד משפיעה כמות המזון המשוּפד על הצלחת החיזור של החנקן? הסבירו תשובתכם.

ג. על פי הטבלה, כיצד משפיעה כמות המזון המשוּפד על העמדת הצאצאים? הסבירו כיצד קבעתם זאת.

ד. על מה יכולה להעיד כמות המזון המשוּפד של הזכר בטבע?

99. מדוע זכרים של ציפורי שיר שגדלו בשבי ולא למדו את שיר החיזור, אינם יכולים להתרבות?

תשובונים לפריטי הערכה

מס' פריט	תשובה
1.	תשובה ד'
2.	תשובה ב'
3.	תשובה ג'
4.	תשובה א'
5.	תשובה ג'
6.	תשובה א'
7.	תשובה א'
8.	תשובה ג'

מס' פריט	תשובה
9.	<u>רבייה אל-זוויגית</u> – משפטים: א', ג', ו', ח'; <u>רבייה זוויגית</u> – משפטים: ב', ד', ז'; <u>שתי צורות הרבייה</u> – משפט ה'
10.	א – גנים; ב – תכונה; ג – כרומוזומים; ד – דנ"א
11.	א – נרכשות; ב – תורשתיות; ג – תורשתיות; ד – נרכשות
12.	תשובה ג'
13.	תשובה ב'
14.	תשובה ב'
15.	תשובה ב' נימוק: ברבייה זוויגית יש סיכוי לקבלת צירופי תכונות חדשות שעשויות להיות בעלות יתרון בתנאי הסביבה החדשים. ברבייה אל-זוויגית התכונות המקוריות נשמרות אצל הצאצאים, ולכן אם התכונות אינן מתאימות לתנאים החדשים בסביבה, הצאצאים ייכחדו.
16.	תשובה א'
17.	תשובה א'
18.	תשובה ד'
19.	תשובה ד'
20.	רבייה זוויגית מאפשרת בְּרִית תכונות רצויות ויצירת צירופים חדשים. לאחר שפותח צמח בעל התכונות הרצויות, רבייה אל-זוויגית תשמר את התכונות האלה.
21.	בתהליך המיוזה מופחת מספר הכרומוזומים לחצי, כך שתא הרבייה מכיל מחצית מהמספר שנמצא בתא רגיל, ובכך נמנע מצב של הכפלת מספר הכרומוזומים מדור לדור לאחר כל הפריה.
22.	א. רבייה זוויגית מגדילה את השונות בין הפרטים, ואז יש סיכוי גדול יותר שיימצאו פרטים מותאמים לסביבה שהשתנתה, והם אלו שישרדו ויבטיחו את המשך קיום המין. ב. כאשר התנאים קבועים, בעלי החיים שמותאמים לסביבתם ימשיכו להיות מותאמים בלא צורך בהשקעת אנרגיה במציאת מזון, מחסה, בני זוג מתאימים וכדומה.
23.	א. כדי לוודא כי ההבדל ברמת מתיקות הפרי מהחלקות השונות נובע מדרך הריבוי בלבד, יש צורך לשמור על אחידות בשאר התנאים או הגורמים. ב. רמת המתיקות של התותים מחלקה א' דומה מאוד בין חמשת הצמחים שנבדקו, ונעה בין 250–280 מ"ג סוכר לכל 100 גרם פרי, בעוד שרמת המתיקות של התותים מחלקה ב' שונה מאוד מצמח לצמח, ונעה בין 97–450 מ"ג סוכר לכל 100 גרם פרי. ג. בחלקה א' ריבוי התות נעשה בדרך אל-זוויגית, שבה הצאצאים דומים זה לזה. לכן רמת המתיקות שלהם דומה. ואילו בחלקה ב' הרבו את התות ברבייה זוויגית, שבה הצאצאים שונים זה מזה. לכן רמת המתיקות שלהם אינה אחידה.
24.	סיכויי השבחה (קבלת יצורים שיש להם תכונות רצויות – משובחות – מבחינת החקלאי) גבוהים יותר במינים שמתרבים ברבייה זוויגית, מפני שכאשר הצאצאים שונים זה מזה, אפשר לבחור מביניהם את בעלי התכונות הרצויות, להרבות אותם ולקבל אוכלוסייה "משובחת" יותר.
25.	תשובה ד'. <u>הסבר</u> : תשובה ב' אינה נכונה כי אצל דו-חיים הזכר מחבק את הנקבה, כלומר יש מגע, ובכל זאת ההפריה היא חיצונית.
26.	תשובה א'. <u>הסבר</u> : הרוח מפזרת את גרגרי האבקה לכל הכיוונים בלא יעד מסוים, ורוב גרגרי האבקה הולכים לאיבוד בדרך זו.
27.	תשובה ג'
28.	תשובה ג'

מס' פריט	תשובה
29.	תשובה ד'
30.	א- דר־זוויגי ; ב- חד־זוויגי ; ג- חד־זוויגי ; ד- דר־זוויגי ; ה- חד־זוויגי
31.	א': נכון ; ב': לא נכון. <u>הסבר</u> : אף על פי שכל התכונות של צאצאים כאלה מקורן במאגר הגנים של הורה אחד בלבד, הצאצאים שונים זה מזה כי כל תא רבייה שנוצר מההורה הזה מכיל חומר תורשתי שונה במקצת מהאחרים (כמו שלמדנו בנושא מיוזה) ג': לא נכון. <u>הסבר</u> : ההפריה מתרחשת בחצוצרה.
32.	תשובה ד'
33.	א': שניהם ; ב': תא זרע ; ג': תא ביצה ; ד': שניהם ; ה': תא זרע ; ו. תא ביצה ; ז': תא זרע ; ח': שניהם
34.	תשובה ב'
35.	תשובה ג'
36.	תשובה ג'
37.	תשובה ב'
38.	תשובה ג'
39.	תשובה ד'
40.	תשובה ב'
41.	<u>גרגרי אבקה</u> – רבייה זוויגית – בתוכם מצויים תאי הזרע. <u>הנצה</u> – רבייה אל־זוויגית – חלק מהצמח נפרד ממנו ומתפתח לצמח חדש. <u>נחשון</u> – רבייה זוויגית – הנחשונים גדלים מגרגרי האבקה אל תוך עמוד העלי, ומאפשרים את חדירת תאי הרבייה הזכריים אל השחלות.
42.	<u>שחלת הפרח</u> – בתוכה מתפתחים תאי הביצה <u>צלקת הפרח</u> – קולטת את גרגרי האבקה <u>החצוצרה</u> – מעבירה אל הרחם את תאי הביצה המשתחררים מן השחלה ; ההפריה מתרחשת בה. <u>הרחם ביונקים</u> – הביצית המופרית נקלטת בתוכו והעובר מתפתח.
43.	תשובה ב'
44.	תשובה ד'
45.	תשובה א'
46.	תשובה ד'
47.	<u>האבקה על ידי רוח</u> : גרגרי אבקה רבים מאוד, צלקות מנוצות. <u>האבקה על ידי בעלי חיים</u> : גרגרי אבקה דביקים, צוף, עלי כותרת צבעוניים.
48.	תשובה ג'
49.	תשובה ד'
50.	האבקה על ידי חרקים. הפרחים מושכים את החרקים על ידי הצבע, הצוף והריח.
51.	<u>הזרעה מלאכותית</u> – נעשית, לדוגמה, בפרות ; משתמשים בזרע של זכרים "מצטיינים" ; ההפריה נעשית בתוך גופה של הנקבה. <u>הפריה חוץ־גופית</u> – שנעשית בבני אדם ; כל זכר יכול לתרום תאי זרע ; ההפריה נעשית מחוץ לגופה של הנקבה.
52.	הפריה פנימית מאפשרת קיום סביבה לחה לתאי הרבייה בבעלי חיים יבשתיים.
53.	הצפרדעים הבוגרות חיות אמנם ביבשה אך נכנסות למים לצורך הרבייה, כך שהרבייה נעשית במים.

מס' פריט	תשובה
54.	<u>משותף</u> : בשני המקרים השחלה היא חלק ממערכת הרבייה הנקבית ונוצרים בה תאי הרבייה הנקביים. <u>הבדל</u> : בצמח, ההפריה מתרחשת בשחלה, ואילו באישה, ההפריה מתרחשת בחצוצרה.
55.	הפריה חוץ-גופית היא אכן הפריה חיצונית, על פי ההגדרה שהביצית ותא הזרע נפגשים מחוץ לגוף האישה, במבחנה.
56.	תשובה ב'
57.	האבקה, צמיחת הנחשון, הפריה, יצירת פרי, הפצת זרעים
58.	ההפריה מתבצעת בחצוצרה, העובר מתפתח ברחם.
59.	תשובה ב'
60.	תשובה ג'
61.	תשובה ג'
62.	א. זוחלים ועופות; ב. דגים ודו-חיים, זוחלים ועופות; ג. יונקים; ד. דגים ודו-חיים; ה. זוחלים ועופות, יונקים; ו. דגים ודו-חיים
63.	תשובה א'
64.	המונחים, לפי הסדר בטבלה: לידה, המלטה, השרצה, בקיעה, נביטה, גלגול
65.	תשובה ג'
66.	תשובה ב'
67.	תשובה ב'
68.	תשובה ב'
69.	תשובה ד'
70.	בעל חיים 1: דג (אלפי צאצאים); בעל חיים 2: יונק (העובר מתפתח בגוף האם); בעל חיים 3: עוף (יבשתי, עובר בתוך ביצה).
71.	א. גוזל: עיוור, עירום. אפרוח: עיניים פקוחות, מכוסה בפלומה. ב. גוזל: תלוי לחלוטין בטיפול ההורים. אפרוח: מתרוצץ אחרי ההורה, מוצא מזון בעצמו. ג. מינים שיש להם אפרוחים מטילים ביצים רבות יותר מאשר מינים שיש להם גוזלים, כי האפרוחים העצמאיים נתונים לסכנות רבות יותר.
72.	קליפה קשה אך מחוררת – הגנה ויכולת להעביר גזים לנשימה; חלמון – מזון; קרומים – מגנים מהתייבשות.
73.	המונחים, לפי הסדר בטבלה: חבל הטבור, רחם, שפיר, שליה
74.	א. נכון; ב. נכון; ג. לא נכון. <u>ההסבר</u> : בדו-חיים ההפריה היא חיצונית; ד. לא נכון. <u>ההסבר</u> : גם עוברים של יונקים עטופים בקרומים.
75.	עוברי החומט מתפתחים בביצים שנמצאות בתוך גופה של הנקבה (שאחר כך משריצה אותם), ולכן הם מוגנים יותר. הצפע אינו מטפל בצאצאים לאחר הטלת הביצים בגומה שחפרה הנקבה. לכן, ביצי הצפע נתונות לסכנות רבות יותר, ולפיכך מספרן הגדול מקנה להן יתרון.
76.	1. הפריה היא פנימית; 2. העובר עטוף בקרומים ומתפתח בתוך נוזל.
77.	א. לפי הטבלה, הטמפרטורה האופטימלית היא 37.5 מעלות, וזו צריכה להיות הטמפרטורה במדגרה. ב. הטמפרטורה האופטימלית היא 37.5 מעלות, ורצוי שתהיה כך כל השנה, בלא קשר לטמפרטורה בחוץ.
78.	1. מעוררים את ההופעה של סימני הזוויג המשניים; 2. גורמים להבשלת תאי הרבייה.

מס' פריט	תשובה
79.	ביוץ, הפריה, יצירת זיגוטה, השרשה, היריון
80.	תשובה א'
81.	1. חצוצרה. <u>תפקידה</u> : להוליד את הביצית (תאי הביצה) לכיוון הרחם / בה מתרחשת ההפריה. 2. שחלה. <u>תפקידה</u> : בה נוצרות (ומבשילות) הביציות (תאי הביצה). 3. רחם. <u>תפקידו</u> : העובר מתפתח בתוכו עד הלידה / בו מתרחש ההיריון. 4. נרתיק. <u>תפקידו</u> : דרכו התינוק יוצא לאוויר העולם / להוליד את תאי הזרע לכיוון הרחם.
82.	תשובה ב'
83.	תשובה ד'
84.	תשובה ג'
85.	תשובה ד'
86.	תשובה ג'
87.	1. מים; 2. טמפרטורה מתאימה (אין לקבל "אור" כתשובה נכונה – כי אינו חיוני לנביטה של כל מיני הצמחים. להפך, יש צמחים שבהם האור אפילו מעכב את הנביטה.)
88.	1. <u>הפצה</u> : על ידי רוח. <u>המאפיין</u> : זרעים קלים, בדרך כלל בעלי תוספת שמאפשרת להם לעוף כגון כנף או ציצת שערות. 2. <u>הפצה</u> : על ידי בעלי חיים. <u>המאפיין</u> : בהפצה <u>מחוץ לגוף</u> , הזרעים קוצניים, דביקים או בעלי זיזים. בהפצה <u>בתוך הגוף</u> , הפרות עסיסיים, טעימים, בעלי צבעים בולטים.
89.	תשובה א'
90.	תשובה ד'
91.	יש יתרון לעיכוב הנביטה כך שרק כמות גדולה של גשם תגרום לנביטה. אחרת, הזרעים ינבטו אחרי גשם קצר ו"חד-פעמי" והנבטים הצעירים עלולים להתייבש ולמות.
92.	תשובות א' ו-ג' עשויות להיות הסבר סביר, תשובה ב' אינה סבירה.
93.	תשובה ב'
94.	תשובה ג'
95.	תשובה ב'
96.	החקלאים יכולים לגדל את הצמחים בחממות, ולהאיר אותן בתאורה מלאכותית למשך הזמן הרצוי.
97.	תשובה ג'
98.	1. זוהי קבוצת הבקרה; 2. ככל שיש יותר מזון משופד החיזור מצליח יותר (יותר נקבות מגיעות לקנן); השוואה של קבוצה א' לקבוצות ב' ו-ג'; 3. ככל שיש יותר מזון משופד בשטח יש יותר צאצאים: השוואה של קבוצה א' לקבוצות ב' ו-ג'; 4. זכר שמצליח לשפד כמות גדולה של מזון הוא בעל פוטנציאל להביא יותר מזון לנקבה ולצאצאיה.
99.	כי הם אינם יכולים למצוא בנות זוג: הם אינם יודעים לאותות לנקבות על זהותם, על כך שהם בשלים מבחינה מינית ועל מקומם.