**מערך השיעור**

**שיעור מצולם – על צרצרים ויצורים אחרים**

המורה: רוני עתידיה

מערך השיעור: רוני עתידיה

מתוך תכנית הלימודים (ציטוט):

נושא מרכזי: מערכות אקולוגיות.

נושא משנה: יחסי גומלין בין יצורים ובינם לבין סביבתם.

מטרות:

-התלמידים יבינו כי שינויים בגודל האוכלוסייה כמו גם במאפייניה הנם תוצאה של השפעת גורמים סביבתיים ותכונות תורשתיות.

* התלמידים יכירו את עקרונות הברירה הטבעית.
* התלמידים יבינו כי הברירה הטבעית היא מנגנון שיוצר שינויים במאפייני האוכלוסייה, בעקבות שינויים סביבתיים ובזכות שונות בתכונות תורשתיות.

נקודות מעניינות:

* + התאמה היא תכונה תורשתית המגדילה את הסיכוי של פרט לשרוד ולהעמיד צאצאים בסביבת החיים שלו.
  + בסביבות חיים שונות תכונה מסוימת עשויה להוות יתרון או חיסרון (או להיות ניטרלית).
  + אבולוציה היא תוצאה של ברירה (סלקציה) של פרטים בעלי תכונות שונות באותה אוכלוסייה.
* תוך חשיבה ודיון התלמידים יסיקו את ההיגיון שעומד מאחורי מנגנון הברירה הטבעית.
* התלמידים יבינו כי המניע של תהליכים אבולוציוניים אינו "מטרה", "צורך" או "רצון", וכי, מצד שני, מנגנון הברירה הטבעית אינו פועל באופן אקראי: הברירה הטבעית היא המנגנון שמניע שינוי של מיני אורגניזמים, והיא פועלת על פי תנאי הסביבה ובהתאם לתכונות התורשתיות של הפרטים שחיים בסביבה זו. (כלומר: אל תאמר "הצרצר רוצה להיות בשקט כדי לא להיטרף ולכן ייגרם שינוי במבנה הכנפיים שלו" אלא "לצרצר אילם יש יתרון. הסיכוי של צרצר אילם לא להיטרף וכן להעמיד צאצאים עולה, וכך התכונה תישמר")
* התלמידים יכירו בכך שהברירה הטבעית עובדת כל הזמן. [קשור לדוגמת החיידקים]
* הערות דידקטיות: בסעיפים הדנים בגורמים המשפיעים על גודל אוכלוסייה יש להתייחס לסיכוי ההישרדות של פרטים בסביבה. פרטים בעלי תכונות התאמה טובה לסביבה שיעבירו תכונות אלו לצאצאים הם בעלי סיכויים טובים יותר לשרוד\*[[1]](#footnote-1). תופעות אלו הן חלק מתופעות המהות בסיס לתיאוריית האבולוציה המציעה הסברים אפשריים למינים שאנו מוצאים כיום על פני כדור הארץ בהשוואה למינים שהתקיימו בו בעבר.

מהלך השיעור

פתיחה: התלמידים והמורה יושבים סביב שולחן. המורה חושפת כרטיסיות שעל גביהן תמונות של יצורים חיים ובצדן השני שאלות (ראו בסוף קובץ זה). כל תלמיד מקבל כרטיסיה ומתבקש לקרוא את השאלה הכתובה בצידה השני של הכרטיסייה. לאחר שכל אחד מהתלמידים קרא את השאלה המורה מצהירה כי ישובו לכרטיסיות ולשאלות אלה בסיום השיעור. המורה אוספת את הכרטיסיות. הפעילות נועדה לעורר חשיבה.- 5 דקות

השאלות: מדוע לפיל אוזניים גדולות?

>> מה היתרון ברגליה הארוכות של האנפה?

>> למה לצבר (קקטוס) יש קוצים?

>> מדוע יש עופות עם קרומי שחייה בין אצבעות הרגליים?

>> מה היתרון בשערות בין האצבעות שיש לגרביל החולות?

>> מדוע לזיקית זנב ארוך ומפותל ורגליים בצורת צבת?

>> למה העלים של עץ האורן הם מחטניים?

* **מורה**: אוזניים גדולות, רגליים ארוכות, קוצים, קרומי שחייה וכדומה הן תכונות של יצורים חיים, שמתאימות לסביבת חייהם. מדוע יש ליצור תכונה זו ולא אחרת? איך התכונות האלה התפתחו? הסיפור הבא יכול לעזור לנו להבין...

**סיפורם של** [הצרצרים באי קאוואי (Kauai) בהוואי](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/news/061201_quietcrickets) - 20 דקות

[המורה מספרת, אפשר בליווי מצגת, ועוצרת במקומות המסומנים לתשובות/דיון]

זה סיפור על אי טרופי יפהפה באוקיינוס השקט... זה סיפור על רימות טפילות שתוקפות צרצרים ואוכלות אותם בעודם בחיים... זה סיפור על צרצרים שהפסיקו לצרצר... האי קאוואי הוא אחד מאיי הוואי. יש בו נופים קסומים: הרי געש, נהרות, קניונים, צוקים וחופים [המורה מציגה [תמונות מהאי קאוואי](https://www.google.co.il/search?hl=iw&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=923&q=%D7%94%D7%90%D7%99+%D7%A7%D7%95%D7%95%D7%90%D7%99&oq=%D7%94%D7%90%D7%99+%D7%A7%D7%95%D7%95%D7%90%D7%99&gs_l=img.3...2034.4544.0.5330.9.6.0.3.3.0.113.628.2j4.6.0.msedr...0...1ac.1.61.img..3.6.627.wuK-8QO8Weo) במחשב]. צולמו בו הרבה סרטים: פארק היורה, קינג קונג, ועוד. באי חיים צרצרים.

עט מצרצר

[תלמידה מחפשת תמונות של [צרצרים](https://www.google.co.il/search?hl=iw&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=923&q=%D7%94%D7%90%D7%99+%D7%A7%D7%95%D7%95%D7%90%D7%99&oq=%D7%94%D7%90%D7%99+%D7%A7%D7%95%D7%95%D7%90%D7%99&gs_l=img.3...2034.4544.0.5330.9.6.0.3.3.0.113.628.2j4.6.0.msedr...0...1ac.1.61.img..3.6.627.wuK-8QO8Weo#hl=iw&tbm=isch&q=%D7%A6%D7%A8%D7%A6%D7%A8%D7%99%D7%9D) באינטרנט לבקשתה של המורה. המורה מציגה את התמונות בפני הכיתה ומסבירה באמצעות עט מחוספסת ואנימציה את מנגנון הצרצור]. בצרצרים הנקבה מוצאת את הזכר בעזרת הצרצור שלו, שמתקבל מחיכוך הכנפיים שלו זו בזו (לקצות הכנפיים מבנה דמוי מסרק). רוב רובם של הצרצרים הזכרים מצרצרים בכנפיהם במרץ וכך מושכים אליהם נקבות. אל האי פלשו (מצפון אמריקה) זבובים (Ormia ochracea) שניחנים בשמיעה מעולה. נקבה של הזבוב מאתרת צרצר שמצרצר ומטילה עליו (או בסביבתו) את הזחלים. הזחלים (רימות) מתחפרים בתוך גוף הצרצר, ניזונים ממנו והוא מת תוך כמה ימים.

>> שאלה: מה אתם חושבים שיקרה כתוצאה מכך?

תשובות אפשריות: כל הצרצרים ימותו, הצרצרים יפסיקו לצרצר...

בשנים 2001-1991 קבוצת חוקרים תעדה ירידה חדה באוכלוסיית הצרצרים. רבים מהם הותקפו על ידי הזבובים, וכמעט שלא נשמעו יותר קריאות צרצרים באי. ב-2003 קבוצת חוקרים שהגיעה לאי התפלאה לגלות בו המון צרצרים, אבל... אלה היו צרצרים-אילמים!

כיצד זה קרה?

(בערך ב-1990) צרצר אחד נולד במקרה עם שינוי (פגם) במבנה הכנפיים, שלא אפשר לו לצרצר.

הצרצר הזה לא הותקף על ידי הזבובים, מצא נקבה, ונולדו להם צאצאים-צרצרים.

**מורה**: האם הצרצרים הצאצאים צרצרו?

תשובה אפשרית: אם הסיבה שהצרצר האבא לא צרצר היא תורשתית (שינוי בדנ"א), אז ייתכן שבין הצאצאים יהיו בעלי כנפיים פגומות, שלא יוכלו לצרצר.

**מורה**: האם זה טוב להיות צרצר שלא מצרצר?

תשובה אפשרית: זה לא "טוב" או "רע", זה תלוי בסביבה.

המורה מחלקת כרטיסיות אשר בעזרתן ירכיבו התלמידים טבלה אחת הפרושה על השולחן. כל תלמיד מקבל את אחד האיורים, ויצטרך לשלבו באחד המקומות בטבלה. בניית הטבלה נעשית תוך כדי דיון על מיקומן של הכרטיסיות:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | צרצר מצרצר | צרצר אילם |
| סביבה ללא זבובים |  |  |
| סביבה עם זבובים |  |  |

בסביבה ללא זבובים, יש יתרון למי שמצרצר ומושך אליו יותר נקבות. המצרצרים יעמידו יותר צאצאים. בסביבה עם זבובים לצרצר שמצרצר יש סיכוי קטן יותר לשרוד, ולכן יש יתרון דווקא לצרצרים-אילמים, והם רוב אלה שיעמידו צאצאים (אילמים).

האיור הבא שימוש כהשראה לבניית הטבלה:



**מורה**: מה יקרה עכשיו? האם שאר הצרצרים יהפכו גם הם להיות אילמים?

תשובה אפשרית: צרצר שנולד מצרצר לא יהפוך להיות אילם, אבל יש לו סיכוי קטן לשרוד. הצאצאים של הצרצרים האילמים יהיו בעלי יתרון על פני הצרצרים המצרצרים (כיוון שלא יותקפו על ידי הזבובים), ואלה שיצליחו למצוא נקבות יתרבו ויעמידו עוד צאצאים אילמים.

**מורה**: נמצא שתוך כמה שנים (כ-20 דורות של צרצרים), כמעט כל הצרצרים באי קאוואי היו אילמים!

סיכום סיפור הצרצרים - התאמות וברירה טבעית - 20 דקות

**התאמות**

>> שאלה: מה בעצם קרה באוכלוסיית הצרצרים באי קאוואי?

[כל תלמיד מנסה לנסח בעצמו ולכתוב במחברת מה קרה במשפט אחד או בכמה משפטים. מקריאים כמה מן התשובות. המורה כותבת את המשפטים שאותם ניסוח התלמידים בסדר של השתלשלות האירועים]

תשובות אפשריות:

* "הצרצרים באי הפכו להיות אילמים" => אף צרצר לא הפך להיות אילם, אך צרצרים אילמים התרבו באוכלוסייה וצרצרים מצרצרים התמעטו, כך שהאוכלוסייה הפכה להיות בעיקר של צרצרים אילמים [**תשובה לא מדויקת**].
* באוכלוסיית הצרצרים קרה שינוי מקרי (הופיעה מוטציה) בעקבותיו הצרצר אינו מסוגל להשמיע קול. שינוי זה הקנה יתרון בתנאי הסביבה החדשים באי (כלומר, בנוכחות זבובים טפילים). צרצרים עם השינוי העמידו יותר צאצאים וכך השינוי התפשט באוכלוסיית הצרצרים.
* באוכלוסיית הצרצרים התפתחה **התאמה** לתנאים החדשים, שהיא אי-צרצור.

הגדרה: *התאמה* - תכונה תורשתית המגדילה את הסיכוי של פרט לשרוד ולהעמיד צאצאים בסביבת החיים שלו.

\* כפי שראינו בסיפור: תכונה שמהווה יתרון בסביבה אחת, עלולה להוות חיסרון בסביבה אחרת.

**מורה**: מה זאת אומרת "להגדיל את הסיכוי לשרוד"?

תשובה אפשרית: להצליח יותר ביחס לפרטים האחרים באוכלוסייה. התאמה עשויה להקנות יתרון בתחומי חיים שונים: השגת מזון, התגוננות מפני יצורים אחרים, התמודדות עם תנאי אקלים ושינויים עונתיים, מציאת בן זוג וגידול צאצאים...

**ברירה טבעית**

**מורה**: מהם התנאים ההכרחיים להתפתחות התאמות ולשינוי מאפייני האוכלוסייה?

תשובה אפשרית:

* ישנה תחרות בין פרטים מאותו מין (רביית יתר, לא כולם יכולים לשרוד)
* קיימת שונות בתכונות בין פרטים מאותו מין (מגוון גנטי)
* תכונות עוברות בתורשה מהורים לצאצאיהם

כאשר תנאים אלה מתקיימים ==> מי שיצליח לשרוד הוא המותאם יותר (תכונותיו מקנות יתרון בסביבה), והוא שיעביר הלאה את התכונות שלו. זה מנגנון **הברירה הטבעית**.

**מורה**: ומי זה? [המורה מציגה תמונה של [צ'ארלס דרווין](http://hazanav.co.il/wp-content/uploads/2014/03/darwin.jpg)]

תשובה: **צ'ארלס דארווין** המכונה "אבי תורת האבולוציה", והוא שערך תצפיות, ליקט עדויות, הסיק מסקנות, וניסח את עקרונות הברירה הטבעית, שעומדת בבסיס תורת האבולוציה.

* חזרה לתמונות ולשאלות בהתחלה - להסביר אחת/יותר מהן - 10-5 דקות

[תרגול "חשיבה אבולוציונית" - מה היתרון שמקנה תכונה מסוימת ליצור חי כלשהו שנושא אותה?

\* לשים לב **לא** להסביר בצורה תכליתית. דוגמאות לטעויות בניסוח: "לפיל יש אוזניים גדולות כדי להיפטר מעודפי חום", "הרגליים הארוכות הן בשביל לעמוד במים עמוקים", "הקקטוס רוצה להרחיק בעלי חיים" וכדומה.

עבור כמה שאלות ראשונות אפשר לנסח לתלמידים שתי תשובות ושהם יבחרו את הנכונה (אחת מנוסחת בצורה תכליתית ואחת בצורה אבולוציונית), ורק אחר כך לתת להם לנסח בעצמם, אפשר כשיעורי בית.]

>> מדוע לפיל אוזניים גדולות?

* פילים עם אוזניים גדולות מנדפים חום ביעילות גדולה יותר. מותאם לסביבה חמה. פילים שבמקרה נולדו עם אוזניים גדולות היו בעלי יתרון והתכונה עברה לצאצאיהם.

>> מה היתרון ברגליה הארוכות של האנפה?

* רגליים ארוכות מאפשרות לאנפה לעמוד במים עמוקים ולצוד דגים. אנפות עם רגליים ארוכות יותר אכלו יותר...

>> למה לצבר (קקטוס) יש קוצים?

* צמחי צבר בעלי קוצים נאכלים פחות...

>> מדוע יש עופות עם קרומי שחייה בין אצבעות הרגליים?

* עופות עם קרומי שחייה שוחים ביעילות רבה יותר... (כמו סנפירים)

>> מה היתרון בשערות בין האצבעות שיש לגרביל החולות?

* הגרביל שוקע פחות בחול, מאשר ללא שערות... (הגדלת שטח)

>> מדוע לזיקית זנב ארוך ומפותל ורגליים בצורת צבת?

* בזיקיות התפתחו התאמות לטיפוס על עצים ואחיזה בענפים...

>> למה העלים של עץ האורן הם מחטניים?

* אורנים מקורם באירופה, בה יש חורפים מושלגים. על עצים בעלי עלים מחטניים מצטבר פחות שלג, והם נשברים פחות. עצים עם עלים מחטניים הם בעלי יתרון בסביבה זו...

1. הכוונה היא ש"פרטים בעלי תכונות התאמה טובה לסביבה הם בעלי סיכויים טובים יותר לשרוד ולהעביר תכונות אלו לצאצאים". [↑](#footnote-ref-1)