

## תקציר

משחק הדמיה העוסק במנגנון הברירה הטבעית וממחיש את השינוי בשכיחותן של תכונות שמעלות את הכשירות לאורך דורות. במהלך המשחק יגלו התלמידים כיצד משפיעה זמינות המזון על הישרדותן של "ציפורי קליפס" בעלות מקורים בגודל שונה, וכיצד היא גורמת לשינוי בשכיחותם של גודלי מקור שונים. בנוסף, התלמידים יבינו כיצד עשוי תהליך זה להוביל להתמיינות כאשר הוא מתרחש באוכלוסיות המופרדות זו מזו. בגרסה המורחבת של המשחק יכירו התלמידים גם את תפקידן של מוטציות והגירה בקביעת מגוון התכונות באוכלוסייה.

## רקע

אבולוציה היא תוצאה של ברירה טבעית, הפועלת על השונות הגנטית הקיימת באוכלוסייה. פרטים בעלי תכונות עדיפות בתנאי סביבה מסוימים הם בעלי כשירות גבוהה יותר, כלומר יש להם יתרון על פני פרטים בעלי תכונות אחרות. עם זאת, יש לזכור כי בהינתן תנאי סביבה אחרים, אותן תכונות עשויות להיות ניטרליות או אף להוות חיסרון. דוגמה לכך התקבלה במחקרם ארוך-הטווח של חוקרי האבולוציה פיטר ורוזמרי גרנט באי דפני שבגלאפגוס. בני הזוג גרנט תיעדו את גודלי המקור של מיני פרושים באי המבודד, והראו כיצד אלה משתנים בהתאם לזמינות המזון באי. בתקופות שחונות, שהתאפיינו בבצורת קשה, נותרו באי רק זרעים גדולים וקשים, שעל מנת לפצחם נדרש מקור גדול וחזק. כך זכו הציפורים בעלות המקור הגדול ליתרון הישרדותי והעמידו דור צאצאים חדש, אשר ירש מהוריו, שורדי הבצורת, מקור גדול יותר. לעומת זאת, עונות גשומות הביאו לשגשוג חריג של צמחים בעלי זרעים קטנים, שהקנו יתרון לציפורים עם המקור הקטן, המתאים יותר לפיצוחם. כך, בתהליך הדרגתי שנמשך כמה דורות, הפכו הפרושים בעלי המקור הקטן לנפוצים באי.

## שכבת גיל

כיתות ד'-ט'

## משך ומיקום הפעילות

שעה, בכיתה

## מטרות

- התלמידים ידגימו כיצד תכונות (למשל, גודל המקור) משפיעות על סיכויי הפרט לשרוד ולהתרבות.
- התלמידים יסיקו כי השכיחות של תכונה מוצלחת באוכלוסייה גדלה אם התכונה מעלה את הכשירות של הפרט, כלומר את סיכויו לשרוד ולהתרבות.
- התלמידים ידונו בתנאים הדרושים להתמיינות.

## ציוד וחומרים

- גרעיני פופקורן
- שעועית לבנה יבשה
- 130 גולות
- 20 קליפסים גדולים
- 20 קליפסים בינוניים
- 20 קליפסים קטנים
- 30 כוסיות
- טבלת ערכים תזונתיים
- טבלת דרישות תזונתיות
- פירוט תכולת שקיות המזון
- טבלאות מעקב לתת-האוכלוסיות

## מונחים עיקריים

אבולוציה • שונות • שכיחות  
אוכלוסייה • התאמה • כשירות  
תכונה • התמיינות • בידוד רבייתי  
מוטציה • הגירה

### רקע- המשך

כפי שמלמדת דוגמה זו, מנגנון הברירה הטבעית מוביל לשינויים בתדירות תכונות הקיימות באוכלוסייה, אשר הולכים ומצטברים מדור לדור. כאשר אוכלוסיות דומות מופרדות זו מזו, כך שאינן מקיימות קשרי רבייה (בידוד רבייתי), נפסק גם מעבר הגנים ביניהן. מכיוון שכל אוכלוסייה נתונה ללחצי ברירה טבעית שונים מעט ועוברת אירועים אקראיים שונים, במהלך הדורות הופכות האוכלוסיות שונות זו מזו יותר ויותר. כאשר ההבדלים הגנטיים ביניהן כה גדולים, עד שאינם מאפשרים לפרטים מהאוכלוסיות השונות להעמיד צאצאים פוריים (מחסום רבייתי), יסתיים תהליך זה בהיווצרותם של מינים חדשים (התמינות).

### מהלך הפעילות

#### חלק א' – סיפור הרקע (10 דקות, לכל הכיתה)

- ספרו לתלמידים כי במדינת קליפסלנד חיה אוכלוסייה של ציפורי קליפס בעלות מקורים בגדלים שונים (קטנים, בינוניים וגדולים). יום אחד חצבו בני האדם תעלה באמצע קליפסלנד, והאוכלוסייה נחצתה והופרדה לשתי תת-אוכלוסיות (מזרח קליפסלנד ומערב קליפסלנד), הזהות זו לזו.
- הציגו לתלמידים את טבלת הערכים התזונתיים של סוגי המזון השונים ואת טבלת הדרישות התזונתיות של ציפורי הקליפס. הדגישו כי לסוגי מזון שונים יש ערך תזונתי שונה, וכי לציפורים בעלות מקור בגודל שונה יש צרכים תזונתיים שונים (ציפורים עם מקור גדול צורכות יותר אנרגיה, ולכן צריכות לאכול יותר קלוריות מציפורים עם מקור קטן).

#### חלק ב' – המשחק (25 דקות, סימולציה בפורום כיתתי)

- התחילו את ההדמיה – דור ראשון – עם 8 תלמידים: ארבעה בתת-האוכלוסייה המזרחית וארבעה במערבית. בכל תת-אוכלוסייה, שני תלמידים יקבלו קליפסים קטנים ושני תלמידים יקבלו קליפסים בינוניים. כל תלמיד יקבל גם כוס ריקה, שמייצגת את הקיבה שלו. כדי לאכול, על התלמידים להשתמש בקליפס (המקור) שלהם ולשים בכוס את המזון שאספו.
- תעדו בטבלת המעקב את מספר הציפורים מכל סוג בדור הראשון.
- פזרו את המזון משקית #1 בתת-האוכלוסיות המזרחית והמערבית והקציבו לתלמידים 15 שניות לאכול כפי יכולתם.
- לאחר שסיימו לאכול, התלמידים יחשבו את הערך התזונתי של המזון שאכלו. תלמיד שלא אכל מספיק כדי לשרוד יחזיר את הקליפס ואת הכוס שלו ויתיישב. כל מי שאכל מספיק כדי לשרוד (על פי טבלת הדרישות התזונתיות) ימשיך במשחק; מי שאכל מספיק גם כדי להתרבות, יקבל קליפס נוסף בגודל דומה ויבחר מבין התלמידים שעוד לא השתתפו במשחק תלמיד/ה שיהיה הצאצא שלו.

### חלק ב' – המשחק – המשך (25 דקות, סימולציה בפורום כיתתי)

- בקשו מהתלמידים לתעד את מספר השורדים וצאצאיהם בכל תת-אוכלוסייה בטבלאות המעקב (מומלץ לתת משימה זו לתלמידים שאינם משתתפים בהדמיה).
- נקו את המזון שנשאר והמשיכו לעוד שני סבבים (דורות) באופן דומה (עם שקיות #2 ו-#3).
- גרסה מורחבת (מומלצת לכיתות ז'-ט'): בדורות הבאים הכניסו כוחות נוספים שישיעו על מגוון התכונות באוכלוסייה:
  - **מוטציות**: בסוף הדור השני, בחרו ציפור בעלת מקור בינוני מתת-האוכלוסייה המזרחית ששרדה והתרבתה. בצאצא של ציפור זו תתרחש מוטציה והוא יהיה בעל מקור גדול. אם הצאצא בעל המקור הגדול לא ישרוד, אפשר לייצר מוטציה נוספת בדור הבא.
  - **הגירה**: בסוף הסבב השלישי ינדדו לתוך האוכלוסייה המערבית שתי ציפורים בעלות מקור גדול (בחרו שני תלמידים שעוד לא השתתפו והכניסו אותם למשחק).

### חלק ג' – דיון (25 דקות, דיון כיתתי)

- דונו עם התלמידים בשאלות הבאות:
- מה משמעות המספרים בטבלת המעקב אחר תת-האוכלוסיות? מספר הפרטים בעלי מקורים בגדלים שונים מתאר את הרכבי תת-האוכלוסיות לאורך הדורות. באמצעות מספרים אלה ניתן לחשב את השינוי בשכיחות היחסית של התכונות מדור לדור.
  - אילו שינויים התרחשו בכל אחת מתת-האוכלוסיות לאורך הדורות? השכיחות היחסית של הפרטים בעלי מקורים גדולים וקטנים בתת-האוכלוסיות השתנתה.
  - כיצד מיוצגת במשחק השונות התוך-מינית בתכונות התורשתיות שעליה פועלת הברירה הטבעית? הציפורים באוכלוסייה המקורית לא היו זהות זו לזו, אלא בעלות מקורים בגדלים שונים. שונות זו הקנתה יתרון לפרטים בעלי מקורים התואמים בגודלם לאכילת מזון הנפוץ בסביבתם.
  - כיצד משפיע גודל המקור על סיכויי הפרט לשרוד ולהתרבות? פרטים עם מקור גדול מסוגלים לאכול מזון בעל ערך תזונתי רב, שתורם לסיכויים לשרוד ולהתרבות; מנגד, הם זקוקים ליותר קלוריות על מנת לשרוד ולהתרבות.
  - אם כן, מהו גודל המקור המוצלח ביותר? תלוי בסביבה! היתרון או החיסרון של גודל המקור תלוי בתנאי הסביבה, ובמקרה של ציפורי הקליפס – במידת ההתאמה לסוגי המזון הזמינים.
  - כיצד השתנתה השכיחות של גודלי המקור בכל תת-אוכלוסייה ומדוע? שכיחות התכונות השתנתה מדור לדור בהתאם לסיכויים של הפרטים הנושאים אותה לשרוד ולהתרבות.

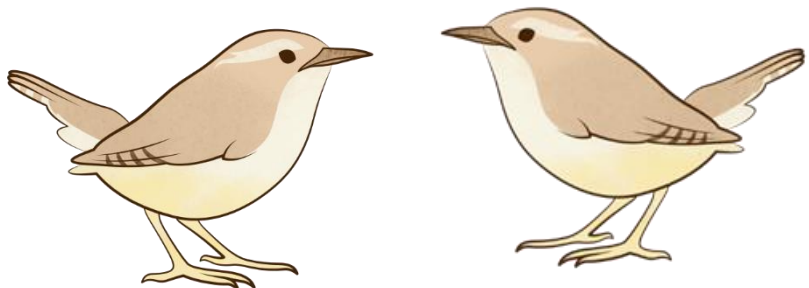
**חלק ג' – דיון – המשך (25 דקות, דיון כיתתי)**

- מה עשוי להתרחש בתת-האוכלוסיות בדורות הבאים אם הן יישארו מופרדות פיזית? כאשר קיים בידוד רבייתי בין תת-האוכלוסיות, מפסיק שיתוף מאגר הגנים ביניהן. בתנאים אלה, במהלך הדורות ילכו ויצטברו שינויים בכל תת-אוכלוסייה כתוצאה מלחצי ברירה טבעית ואירועים אקראיים, ואלה יצרו הבדלים הולכים וגדלים בין תת-האוכלוסיות. כאשר הבדלים אלה לא יאפשרו עוד לפרטים מתת-האוכלוסיות השונות להזדווג אלה עם אלה ולהעמיד צאצאים פוריים, תיסלל הדרך להתפצלות המין לשני מינים שונים.
- כיצד משפיעות הגירה מבחוץ ומוטציות על מגוון התכונות באוכלוסייה? תהליכים אלה מהווים מקור לתכונות חדשות במאגר התכונות התורשתיות באוכלוסייה. על אלה פועלת הברירה הטבעית ומשנה את שכיחותן באוכלוסייה.
- כיצד עשויה להשפיע הגירה בין תת-אוכלוסיות על תהליך ההתמיינות? הגירה תצמצם את ההבדלים בין תת-האוכלוסיות ותאט את ההתמיינות.

**נשמח לקבל משוב ולשמוע איך הייתה הפעילות. בהצלחה!**

[teva@tauex.tau.ac.il](mailto:teva@tauex.tau.ac.il)

מעובד מתוך: [Understanding Science, Berkeley University](https://www.understanding-science.org/)



הצהרת שימוש: מחנכים מוזמנים לעשות שימוש שלא למטרות רווח במערך פעילות זה. אין לעשות שימוש מסחרי כלשהו או שימוש למטרות רווח בחומרים אלו. מוזיאון הטבע אינו אחראי לביצוע הפעילות.