

# אקולוגיה – חלק א' 1

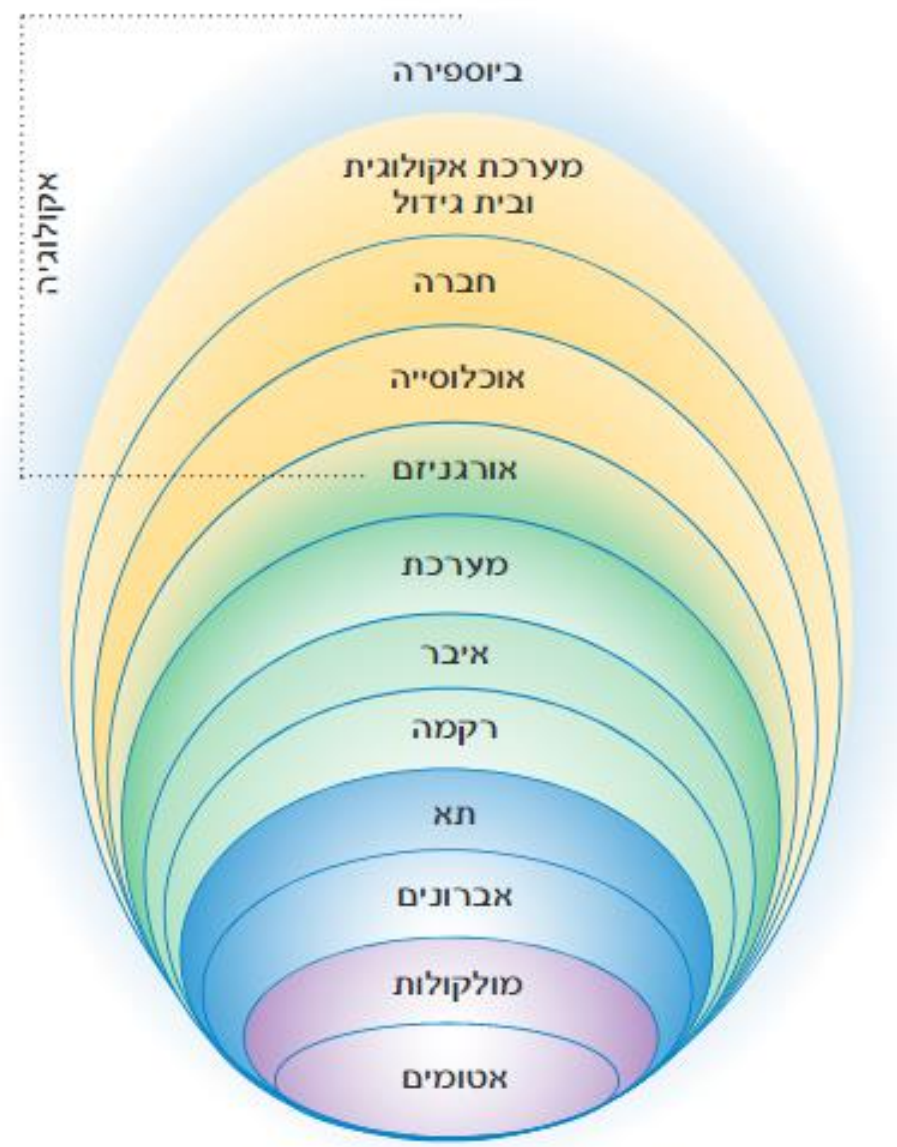
---

השקופיות מאת מט"ח

# מהי אקולוגיה?

- מקור השם מהמילה היוונית oikos (בית) ו- logos (לימוד, תורה).
- ה"בית" מובנו כאן ה**סביבה** או ה**טבע** שבהם מתקיימים ופועלים יצורים חיים.
- ישנן הרבה הגדרות לאקולוגיה וביניהן:
- מדע העוסק ב**יחסי הגומלין** (אינטראקציות) בין אורגניזמים ובין הסביבה שהם חיים בה.
- חקר מדעי של האינטראקציות הקובעות את השפע והתפוצה של אורגניזמים.

האקולוגיה עוסקת בחקר הסביבה.  
הסביבה מורכבת מגורמים א-ביוטיים וגורמים ביוטיים.



איור א-1: רמות ארגון בבילוגיה

## מדע האקולוגיה חוקר תופעות בכמה רמות ארגון:

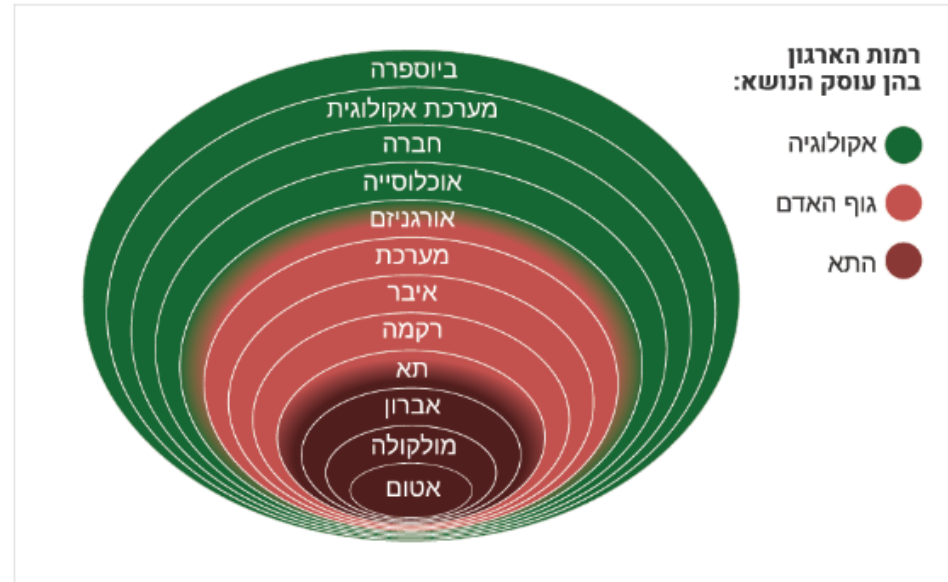
אורגניזם – יצור חי כגון צמח, בעל חיים, פטרייה וחיידק.

אוכלוסייה – קבוצת אורגניזמים בני אותו מין החיה באזור מסוים באותו הזמן.

חברה – קבוצה של אוכלוסיות ממינים שונים החיות באותו בית גידול ומקיימות יחסי גומלין ביניהן.

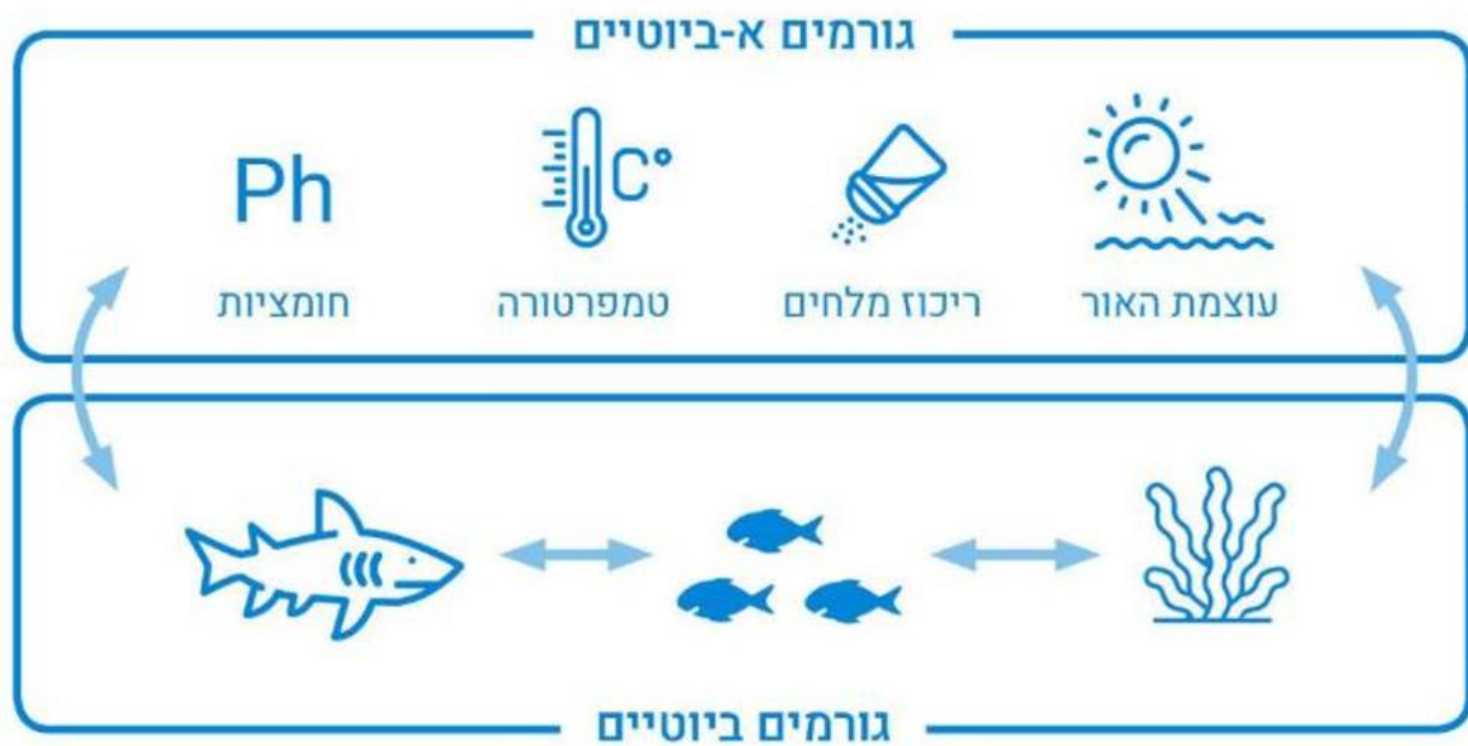
מערכת אקולוגית – הצירוף של האורגניזמים והסביבה הא-ביוטית באזור מסוים הפועלים יחד כמערכת אחת.

ביוספירה – שכבה סביב כדור הארץ שבה מתקיימים חיים. צירוף כל המערכות האקולוגיות בכדור הארץ.



## מערכת אקולוגית (Ecosystem)

רמת ארגון הכוללת את הגורמים הביוטיים (האורגניזמים) ואת הגורמים הא-ביוטיים בסביבה מסוימת, הפועלים יחד כמערכת אחת ומקיימים ביניהם יחסי גומלין.



## שאלה

מתחו קו בין כל רמת ארגון לבין ההגדרה הנכונה לה.

גוף הפועל באופן עצמאי ומקיים את כל מאפייני החיים. יצורים חיים מורכבים מתא אחד או יותר.

מערכת אקולוגית

מערכת הכוללת את כל מרכיבי הסביבה, החיים והדוממים, ואת כל יחסי הגומלין המתקיימים ביניהם, כלומר: את ההשפעות שלהם זה על זה.

ביוספירה

קבוצה של יצורים חיים, השייכים לאותו מין (species), החיים בצוותא באותה הסביבה.

אוכלוסייה

חברה

תחום בכדור-הארץ, שיצורים חיים מתקיימים בו ביבשה, בים ובאוויר.

אורגניזם

אוכלוסיות של יצורים חיים ממינים שונים, החיים בצוותא באותה מערכת אקולוגית ומקיימות ביניהן יחסי גומלין.

גוף הפועל באופן עצמאי ומקיים את כל מאפייני החיים. יצורים חיים מורכבים מתא אחד או יותר.

מערכת הכוללת את כל מרכיבי הסביבה, החיים והדוממים, ואת כל יחסי הגומלין המתקיימים ביניהם, כלומר: את ההשפעות שלהם זה על זה.

קבוצה של יצורים חיים, השייכים לאותו מין (species), החיים בצוותא באותה הסביבה.

תחום בכדור-הארץ, שיצורים חיים מתקיימים בו ביבשה, בים ובאוויר.

אוכלוסיות של יצורים חיים ממינים שונים, החיים בצוותא באותה מערכת אקולוגית ומקיימות ביניהן יחסי גומלין.

מערכת אקולוגית

ביוספירה

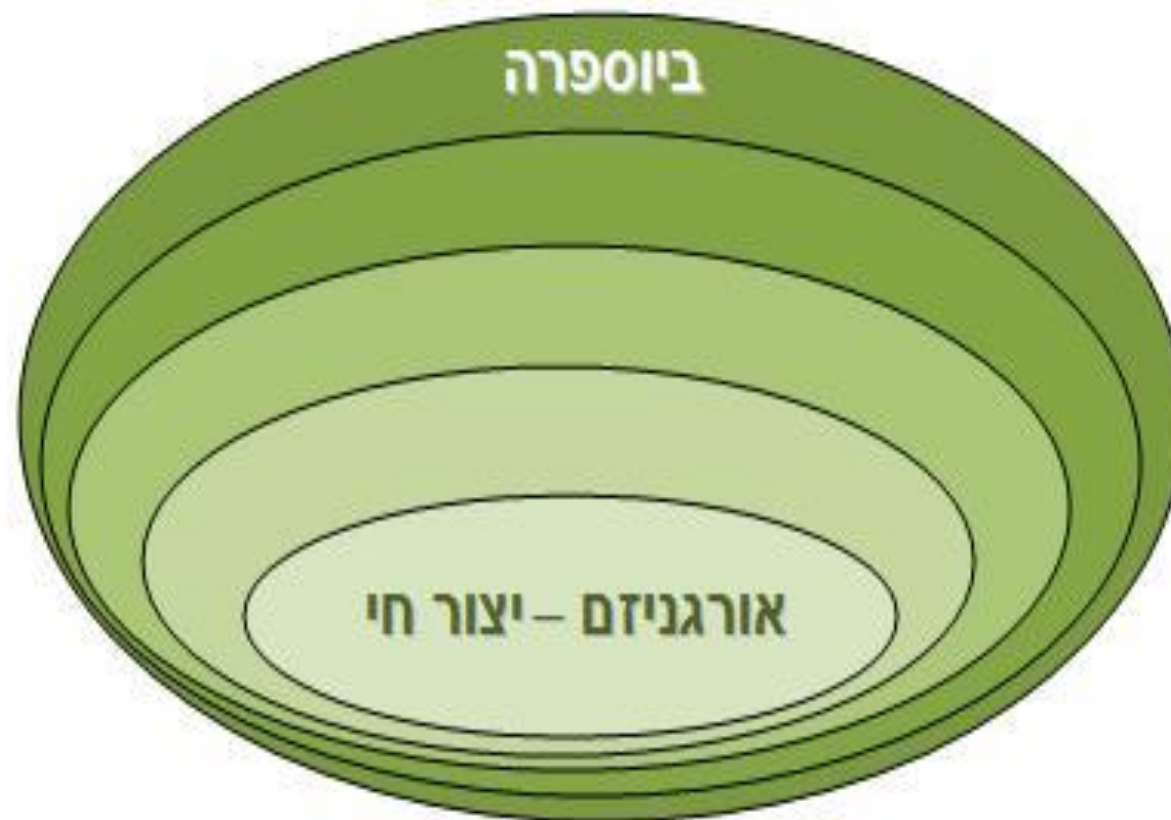
אוכלוסייה

חברה

אורגניזם

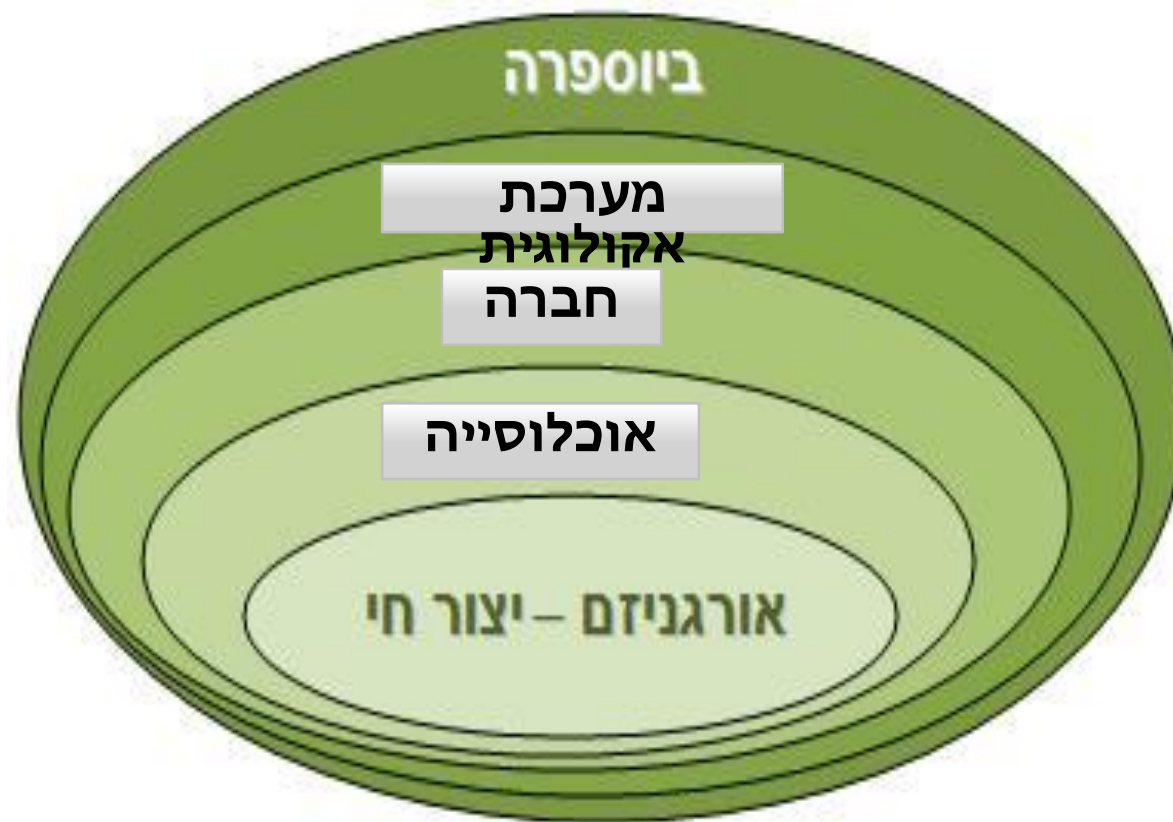
## שאלה

לפניכם תרשים המציג את העובדה שכל רמת ארגון נכללת בתוך רמה גדולה ממנה. השלימו בתרשים את השמות של רמות הארגון הנכונות. היעזרו במחסן המילים שלמטה.



מחסן מילים:  
אוכלוסייה, מערכת  
אקולוגית, חברה.





## שאלה

איזה משפט מתאר נכון את רמות הארגון במערכות אקולוגיות?



- א. חברה כוללת מספר מערכות אקולוגיות שונות.
- ב. חברה כוללת אוכלוסיות של יצורים ממינים שונים.
- ג. אוכלוסייה כוללת מספר חברות שונות.
- ד. אוכלוסייה כוללת אורגניזמים ממינים שונים.

# מה נלמד?

- מאפייני הסביבה
- יחסי גומלין
- מקורות אנרגיה, מעברי אנרגיה ומעברי חומרים במערכת אקולוגית
- תהליכים אבולוציוניים
- התאמה לבתי גידול
- השפעת האדם על הסביבה

# מאפייני הסביבה

- הסביבה מאופיינת על ידי גורמים **אביוטיים** וגורמים **ביוטיים**, המשפיעים אלו על אלו.
- **גורמים אביוטיים (לא-חיים) – גורמים פיזיקליים-כימיים.**
- הגורמים האביוטיים כוללים את:
  - (א) הגורמים **האטמוספיריים**: קרינה, טמפ', משקעים, לחות, רוחות, מזהמים..
  - (ב) גורמי **מצע גידול**: סוג הסלע והקרקע, מינרלים, מים, מליחות, pH ...
  - (ג) גורמים **גיאוגרפיים וטופוגרפיים**: רוחב גיאוגרפי, רום, מפנה.
- **גורמים ביוטיים (חיים) - צמחים, בעלי חיים ומיקרואורגניזמים.**

## גורמים ביוטיים (Biotic Factors)

גורמים ביוטיים הם אורגניזמים חיים (צמחים, בעלי חיים, פטריות וחיידקים).  
לדוגמה: הכרישים, הדגים שמהם הכרישים ניזונים, האצות בים.

## גורמים א-ביוטיים (Abiotic Factors)

גורמים א-ביוטיים הם מכלול המרכיבים הלא חיים של הסביבה.

על פי השפעתם על האורגניזמים, אפשר לחלק את הגורמים הא-ביוטיים לשני סוגים:

משאבים (Resources)

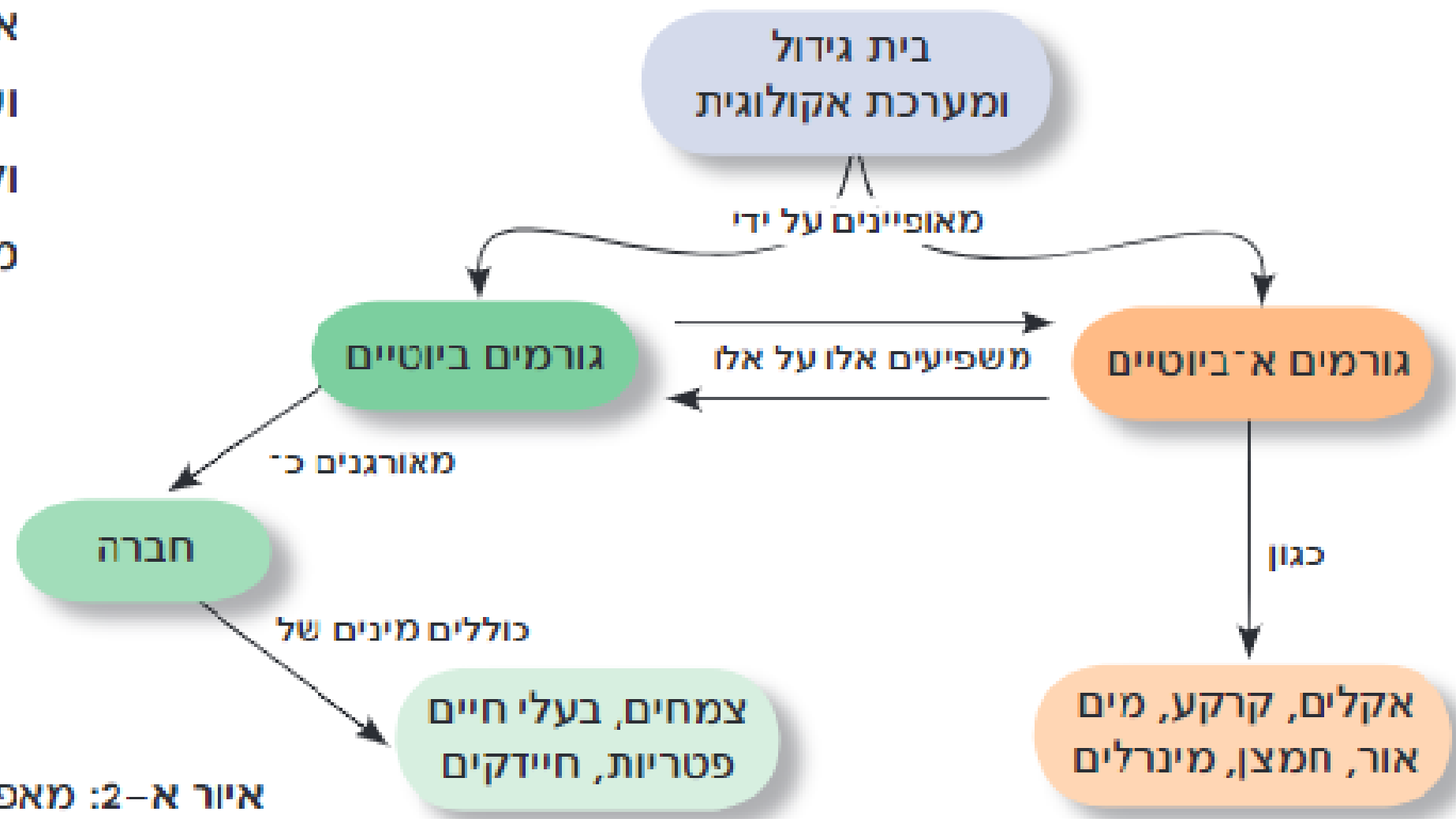
משאבים שהאורגניזמים צורכים  
כמו חמצן ומקומות מחיה.

תנאים (Conditions)

תנאים שמאפיינים את בית הגידול  
כמו טמפרטורה ומליחות המים.

הגורמים הא-ביוטיים היוצרים את התנאים אינם מתכלים. לעומת זאת, כמות המשאבים או זמינותם יורדת כתוצאה מצריכה או ניצול שלהם, והם עשויים להיות מוקד לתחרות בין האורגניזמים.

איו  
וש  
ולו  
מו



איור א-2: מאפיי

# דוגמאות להשפעות

## ביוטי על ביוטי

- תחרות בין מינים
- טריפה

## ביוטי על אביוטי

- התרבות חיידקים – איכות המים
- פוטוסינתזה ונשימה – הרכב האוויר

## אביוטי על ביוטי

- כמות מים - גודל האוכלוסייה
- סוג הקרקע – סוג הצומח
- טמפרטורה – מיני אורגניזמים

# תנאים ומשאבים

## תנאים

### תנאים

המאפיינים הכימיים והפיזיקליים של הסביבה (כלומר גורמים א-ביוטיים), המשפיעים על תהליכים המתרחשים באורגניזמים ועל גדול האוכלוסייה. לדוגמה: טמפרטורה, עוצמת אור, דרגת חומציות בסביבה.

## משאבים

### משאבים

מרכיבים של הסביבה שנצרכים על ידי אורגניזמים וכתוצאה מכך כמותם פוחתת. אם קצב אספקת המשאב קטנה מקצב גידול האוכלוסייה הצורכת אותו, הוא עלול להפוך לגורם מגביל של אותה אוכלוסייה. משאבים יכולים להיות גורמים ביוטיים (אורגניזמים המהווים מזון לאורגניזמים אחרים) או גורמים א-ביוטיים. משאבים עבור אורגניזמים הם בעיקר החומרים שמהם בנוי גופם, האנרגיה הדרושה לפעילותם והמקומות שבהם הם פועלים. המשאבים העיקריים שצורכים בעלי חיים הם: מזון (צמחים או בעלי חיים אחרים), מים, חמצן, מקום מחיה (לדוגמה, מקום קינון). המשאבים העיקריים שצורכים צמחים הם: קרינת שמש, פחמן דו-חמצני, מינרלים ומקום מחיה.

כל המאפיינים של בית הגידול יוצרים יחד את **התנאים** בבית הגידול, וחלק מהם מהווים **משאבים** הנחוצים לחיי היצורים.



# תנאים ומשאבים

- גורמים א-ביוטיים כגון טמפ', עוצמת רוח, מליחות - יוצרים את **התנאים** בבית הגידול.
- גורמים א-ביוטיים כגון אור, מים, חמצן, פד"ח – הם **משאבים** חיוניים שהאורגניזמים צורכים אותם.
- התנאים אינם מתכלים.
- כמות זמינות המשאבים מצטמצמת עקב צריכה או ניצול שלהם.
- הגורמים הביוטיים יכולים להוות משאבים עבור אורגניזמים אחרים.

# גורם מגביל

- כל אחד מהגורמים יכול להוות **גורם מגביל** של גודל אוכלוסיות היצורים בבית הגידול
- **גורם מגביל** – גורם הקובע את קצב התהליך (בדרך-כלל זהו הגורם שכמותו מוגבלת).

## גורם מגביל

כל תנאי או משאב יכול להיות גורם מגביל. גורם מגביל הוא גורם ששינוי ברמתו או בעוצמתו משנה (מגביר, מאט או מעכב) את עוצמת התהליכים המתרחשים באורגניזמים, ולכן הוא משפיע על קצב גידול האוכלוסייה (גורם מגביל=הגורם הקובע את קצב התהליך).

- דוגמאות לגורמים מגבילים:
- כמות המזון הזמינה, זמינות מים, זמינות של מקומות מסתור

א – התהליך יתקיים במיטבו רק בטווח מסוים של הגורם.

ב – עד לרמה מסוימת של כמות המשאב, המשאב, מהווה גורם מגביל. עלייה בכמותו בהתחלה מעלה את קצב התהליך או גידול האוכלוסייה. מעבר לנקודה זו משאב אחר הופך להיות גורם מגביל.



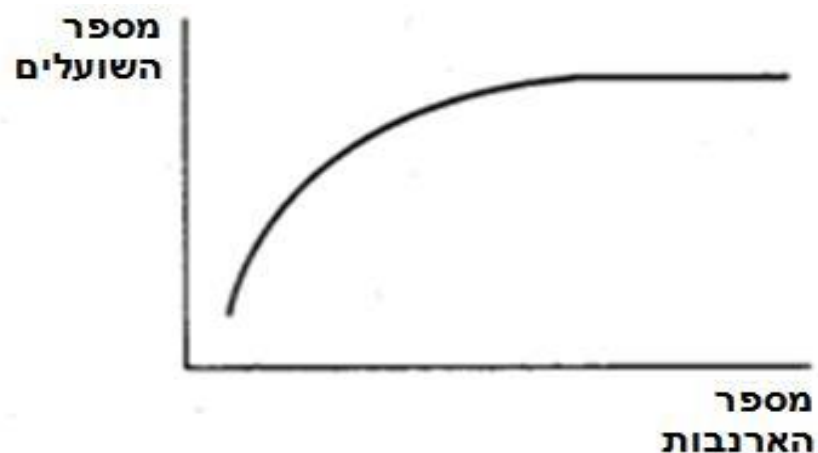
איור א-3: השפעתם של תנאים (עקום א') ומשאבים (עקום ב') כגורמים מגבילים

משאבים: אור, מים, חמצן

תנאים: טמפ', חומציות, מליחות...

## שאלה

במשך כמה שנים עקבו אחר מספר השועלים ומספר הארנבות, באזור מסוים. תוצאות המעקב מוצגות בגרף שלפניכם.



מהגרף אפשר להסיק ש:

- א. גודל אוכלוסיית הארנבות הוא הגורם היחיד, המגביל את גודל אוכלוסיית השועלים.
- ב. גודל אוכלוסיית השועלים הוא הגורם היחיד, המגביל את גודל אוכלוסיית הארנבות.
- ג. אוכלוסיית הארנבות ואוכלוסיית השועלים אינן משפיעות זו על זו.
- ד. גודל אוכלוסיית הארנבות אינו הגורם היחיד המגביל את גודל אוכלוסיית השועלים.

**תשובה:**

משפט ד'

הסבר:

גודל אוכלוסיית הארנבות מהווה גורם מגביל בחלק העולה של הגרף (כאשר מספרן קטן), אולם בחלק האופקי של הגרף, למרות שכמות הארנבות עולה, גודלה של אוכלוסיית השועלים אינו עולה, מעבר לערך המרבי בגרף ולכן בחלק זה הוא אינו מהווה גורם מגביל, אלא גורם אחר.

# כושר נשיאה

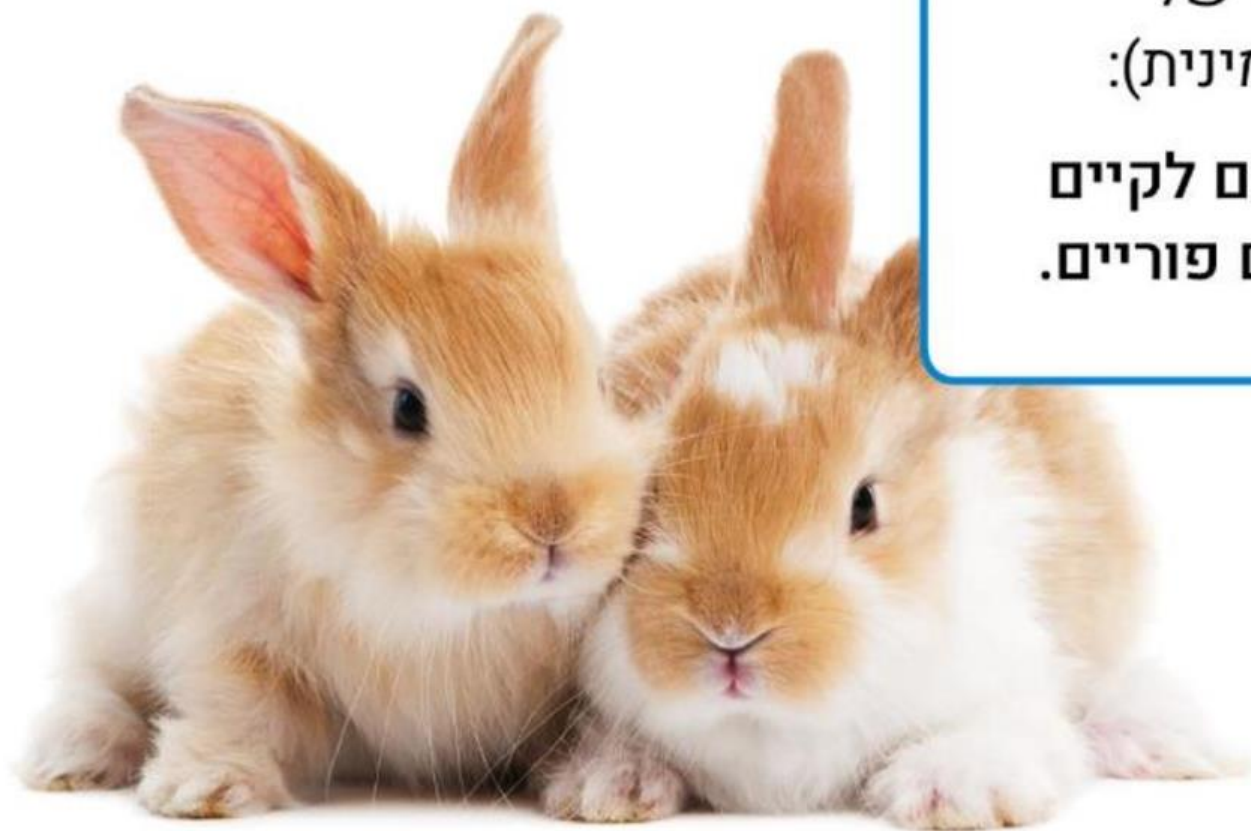
- שילוב ההשפעות של התנאים השוררים בבית הגידול וזמינות המשאבים קובע את הגודל המירבי של אוכלוסייה ממין מסוים שיכולה להתקיים בבית גידול.
- **הגודל המירבי של אוכלוסייה** מוגדר **ככושר נשיאה** של בית הגידול.
- לכל אוכלוסייה כושר נשיאה שונה.
- מספר הפרטים המרבי של מין מסוים שאותו יכולים המשאבים בבית הגידול לקיים

# מין ביולוגי (species)

- קבוצה של אורגניזמים המסוגלים להעמיד צאצאים פוריים בינם לבין עצמם ומופרדים רבייתית ממינים אחרים.
- מגוון ביולוגי - כלל המערכות האקולוגיות בכדור הארץ, על שפע המינים שבהם ויחסי הגומלין בינם



ההגדרה המקובלת למונח "מין" בהקשר של אורגניזמים המתרבים ברבייה זוויגית (מינית):  
**קבוצה של אורגניזמים שפרטיה יכולים לקיים ביניהם קשרי רבייה ולהעמיד צאצאים פוריים.**



\* שימו לב: בעברית יש למילה "מין" משמעות נוספת ושונה לחלוטין: זוויג (sex) - זכר או נקבה, ואנו צריכים להבין את משמעות המילה "מין" לפי ההקשר שבו היא מופיעה.

# מגוון ביולוגי ומין אנדמי

- **המגוון הביולוגי** מתייחס לשונות הקיימת בעולם החי ברמות השונות: **מגוון בתי גידול**, **מגוון המינים** בבית הגידול, **מגוון הפרטים** באוכלוסייה, **מגוון גנטי**.
- בעקבות **מוטציות אקראיות והתנאים** המיוחדים בבית הגידול, עשויים להתפתח **מינים חדשים** שהם אנדמיים למקום.
- **מין אנדמי** - מין מקומי המתקיים **בבית גידול אחד בלבד**.
- **דוגמא למין אנדמי** - הצמח אדמונית החורש הוא צמח **אנדמי** בהר מירון בלבד



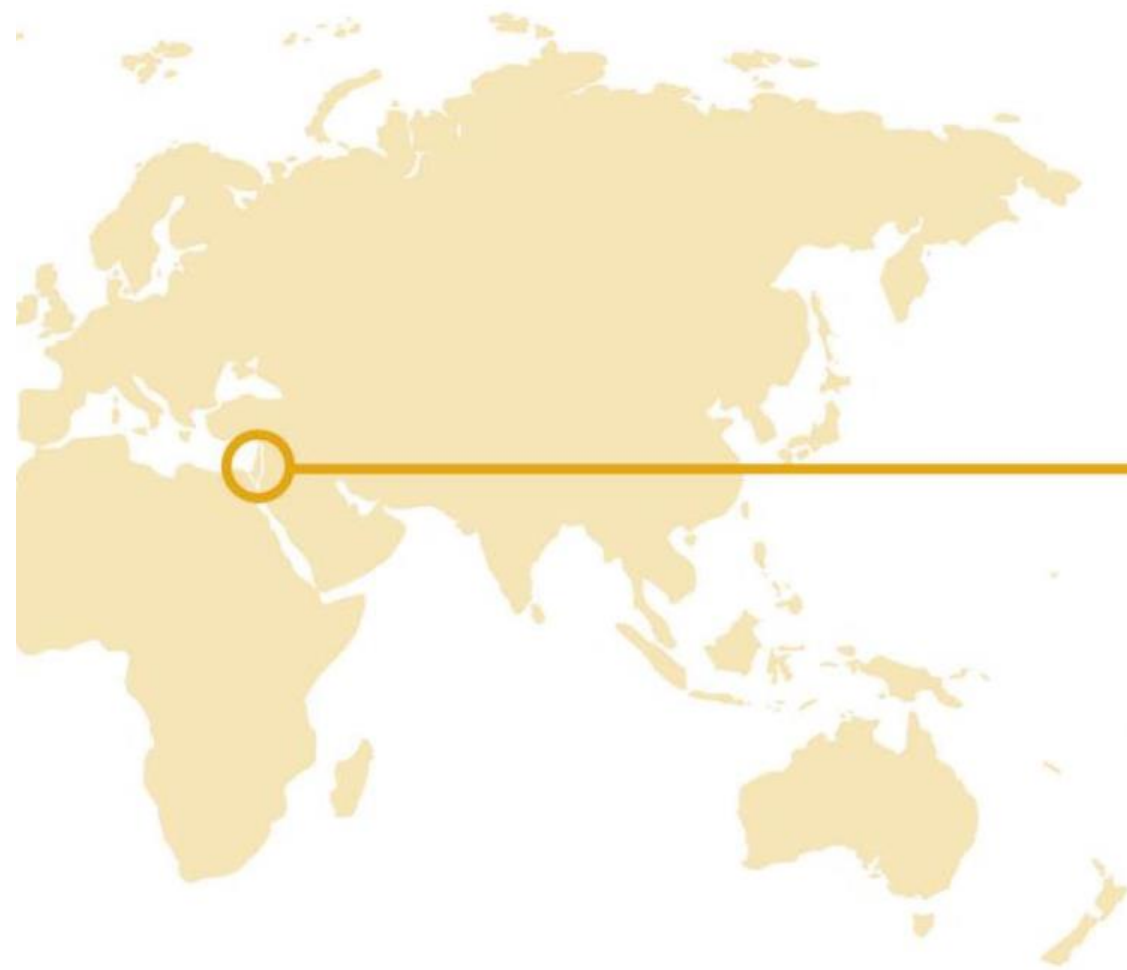


## מונח: מין אֵנְדֵמִי (Endemic Species)



מין בעל תפוצה גיאוגרפית מוגבלת -  
גדל באזור אחד בלבד.

בישראל יש כ-150 מיני צמחים אנדמיים.



### הזוגן הוא "משלנו..."

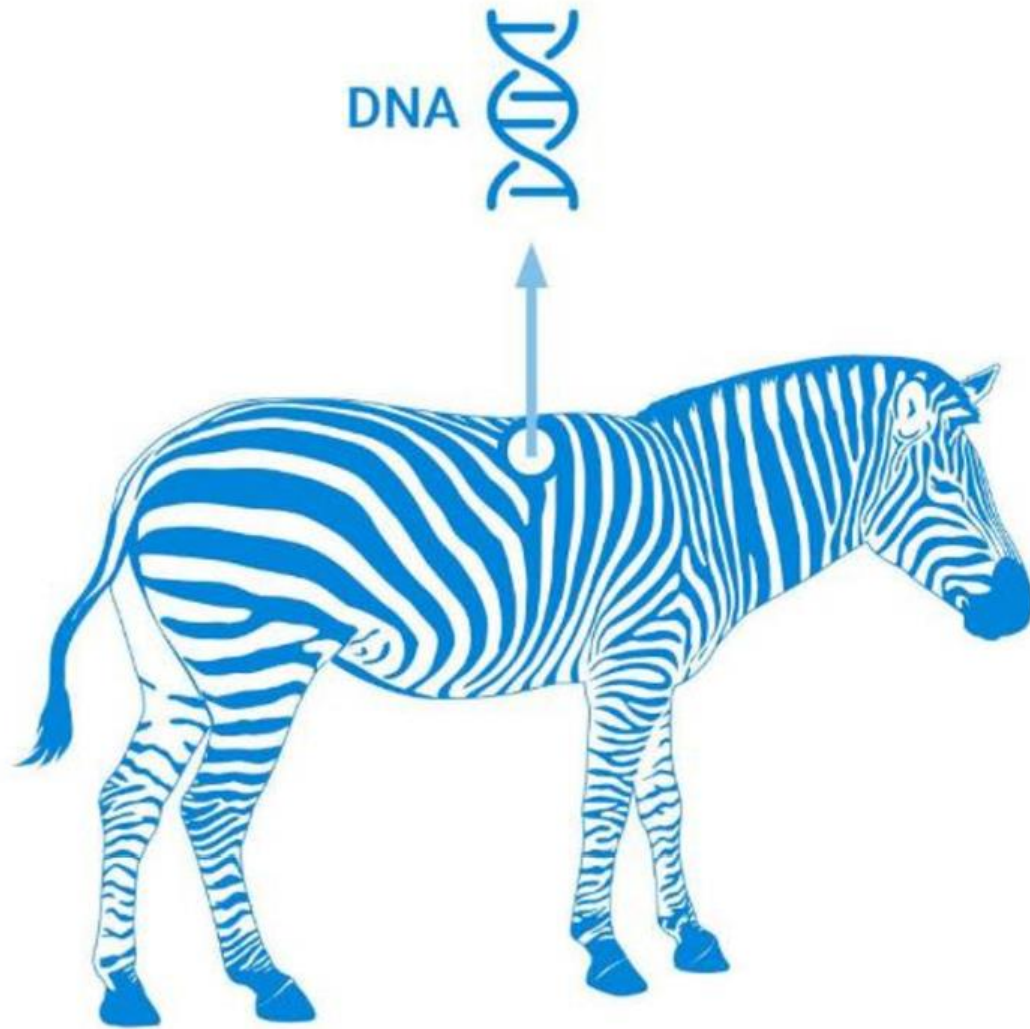
תפוצת זוגן השיח בעולם  
מוגבלת רק לנגב ולסיני והוא  
אינו גדל במקומות אחרים.

# התאמה

- התאמה היא תכונה המאפשרת ליצורים חיים לשרוד בסביבה מסוימת ולהשיג את המשאבים הדרושים להם.



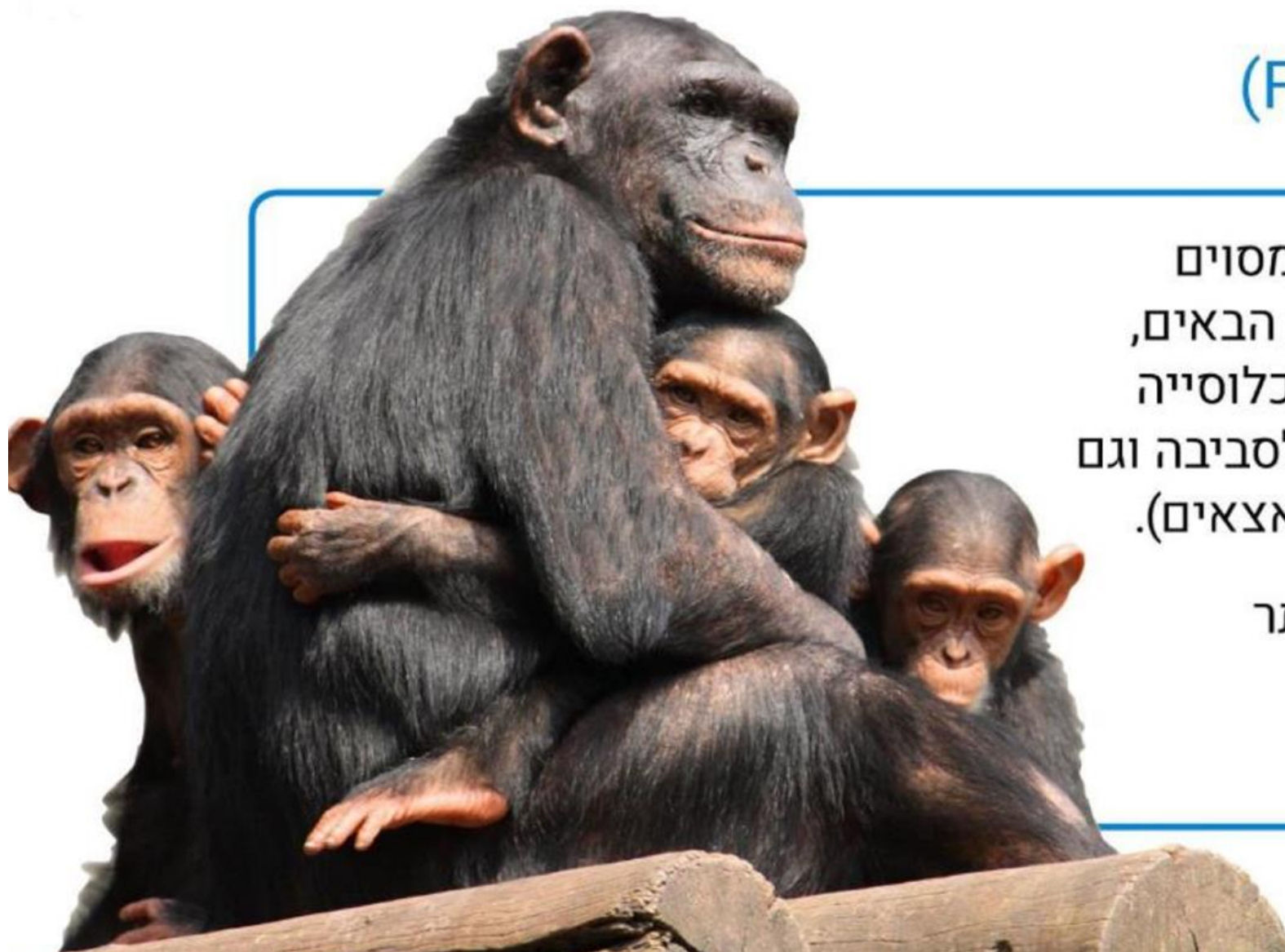
## התאמה (Adaptation)



האקולוגיה עוסקת גם בהתאמות של אורגניזמים לסביבתם.

התאמה היא תכונה תורשתית (מבנית, פיזיולוגית-ביוכימית או התנהגותית) של פרט, המגדילה את סיכוייו לשרוד בסביבתו ולהתרבות בה.

כתוצאה מתהליך של ברירה טבעית, הולך ועולה שיעור הפרטים באוכלוסייה המותאמים ביותר לתנאי הסביבה – ועל כך בפרק אבולוציה.



## כשירות (Fitness)



כשירות היא היכולת של פרט מסוים להעביר את הגנים שלו לדורות הבאים, בהשוואה לפרטים אחרים באוכלוסייה (והיא תלויה במידת התאמתו לסביבה וגם ביכולתו למצוא בן זוג ולגדל צאצאים).

ככל שפרט מצליח להעמיד יותר צאצאים ששורדים ומתרבים, כך הכשירות שלו גדולה יותר.

# התאמה וכְשירות

מהו הקשר בין התאמה וכשירות?

- התאמה היא תכונה המגדילה את סיכויי הפרק לשרוד בתנאי הסביבה בה הוא חי ולהתרבות בה.
- גם הסיכויים של צאצאיו לשרוד בסביבה גדולים יותר מצאצאי פרטים אחרים.
- **התאמות** לבית הגידול מגדילות, אם כך, את **הכשירות** של הפרט המותאם.

# ברירה טבעית

- ההתאמה לבית גידול היא תהליך **מתמשך** המתקבל עקב הפעולה של ברירה טבעית.
- **ברירה טבעית** – תהליכים ה"בוררים" בכל דור את הפרטים המותאמים ביותר מתוך שונות הקיימת באוכלוסייה.

- התהליכים הינם – טריפה, תחרות ושינויים בתנאי הסביבה
- לדוגמא, פרטים באוכלוסייה אשר גברו על אחרים בתחרות על משאבים מוגבלים והצליחו להימלט מפני טורפים, הם אלה שישרדו כי ירשו תכונות/התאמות מהוריהם אשר הקנו להם עדיפות על פני האחרים.

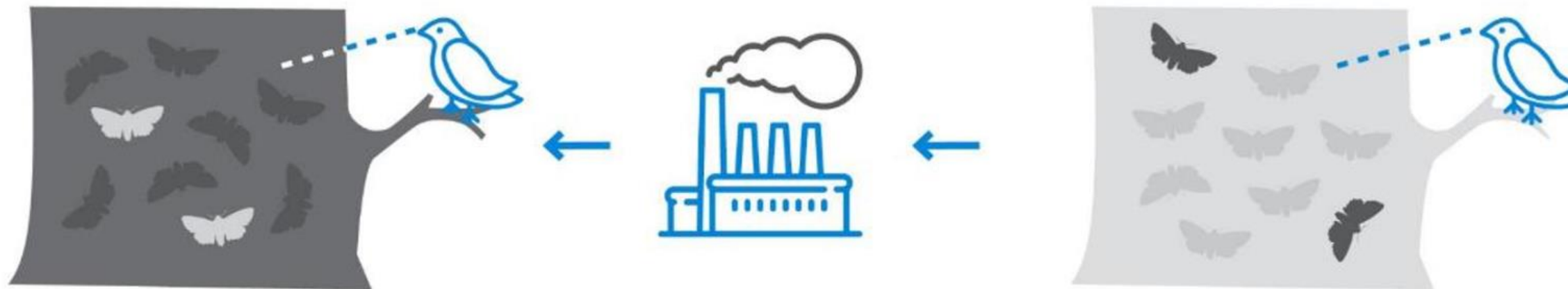


## סיפור הברירה הטבעית של העשים באנגליה

באנגליה חי מין של עש בשם המודד המפולפל.  
למין זה יש שני מופעי צבע – כהה ובהיר.



# סיפור הברירה הטבעית של העשים באנגליה



כמאה שנים מאוחר יותר  
התגלה כי כ-98% מהעשים  
באזורי התעשייה הם כהים.  
באזורים כפריים נותרו רוב  
העשים בצבע בהיר.

עם התקדמות  
המהפכה התעשייתית  
גבר זיהום האוויר  
וגזעי העצים התכסו  
בפיח שחור.

באמצע המאה ה-19 רוב העשים באנגליה  
היו בהירים ומיעוטם כהים.  
העשים נהגו לעמוד על גזעי עצים שצבעם  
בהיר. העשים הכהים היו בולטים יותר  
ונטרפו יותר מהעשים הבהירים, ולכן רוב  
העשים באוכלוסייה היו בהירים.





קבעו לגבי כל תופעה אם היא  
**מחזקת / מחלישה / לא מחזקת ולא מחלישה**  
את הטענה שהשינוי בצבע אוכלוסיית העשים נגרם כתוצאה  
מכך שהעשים הבהירים בלטו על רקע הגזעים השחורים  
ולכן נטרפו יותר:

- א. באזורים הלא תעשייתיים רוב העשים נותרו בהירים.
- ב. עם ירידת הזיהום באזורים התעשייתיים עלה שיעור העשים הלבנים.
- ג. המהפכה התעשייתית גרמה לזיהום הסביבה ולהשחרת גזעי העצים.



קבעו לגבי כל תופעה אם היא  
**מחזקת / מחלישה / לא מחזקת ולא מחלישה**  
את הטענה שהשינוי בצבע אוכלוסיית העשים נגרם כתוצאה  
מכך שהעשים הבהירים בלטו על רקע הגזעים השחורים  
ולכן נטרפו יותר:

- א. באזורים הלא תעשייתיים רוב העשים נותרו בהירים. **מחזקת.**
- ב. עם ירידת הזיהום באזורים התעשייתיים עלה שיעור העשים הלבנים. **מחזקת.**
- ג. המהפכה התעשייתית גרמה לזיהום הסביבה ולהשחרת גזעי העצים. **לא מחזקת ולא מחלישה.**



איזו מסקנה אפשר להסיק מהסיפור על העשים באנגליה?

- א. שינויים אבולוציוניים באוכלוסיות הם בלתי הפיכים.
- ב. כל האוכלוסיות של אותו המין עוברות אותם שינויים אבולוציוניים.
- ג. תכונה שמקנה יתרון בתנאי סביבה מסוימים, לא מקנה בהכרח יתרון בתנאי סביבה אחרים.
- ד. תהליך הברירה הטבעית גורם לשינויים בפרטים במהלך חייהם אך לא לשינויים באוכלוסיות.

איזו מסקנה אפשר להסיק מהסיפור על העשים באנגליה?

א. שינויים אבולוציוניים באוכלוסיות הם בלתי הפיכים.

ב. כל האוכלוסיות של אותו המין עוברות אותם שינויים אבולוציוניים.

ג. תכונה שמקנה יתרון בתנאי סביבה מסוימים, לא מקנה בהכרח יתרון בתנאי סביבה אחרים.

ד. תהליך הברירה הטבעית גורם לשינויים בפרטים במהלך חייהם אך לא לשינויים באוכלוסיות.



# איך הופכת אוכלוסיית חיידקים לעמידה בפני אנטיביוטיקה מסוימת?

בתרשים מתואר תהליך הפיכה של אוכלוסיית חיידקים לעמידה בפני אנטיביוטיקה מתיצילין כתוצאה מחשיפה חוזרת ונשנית לאנטיביוטיקה במשך דורות רבים.



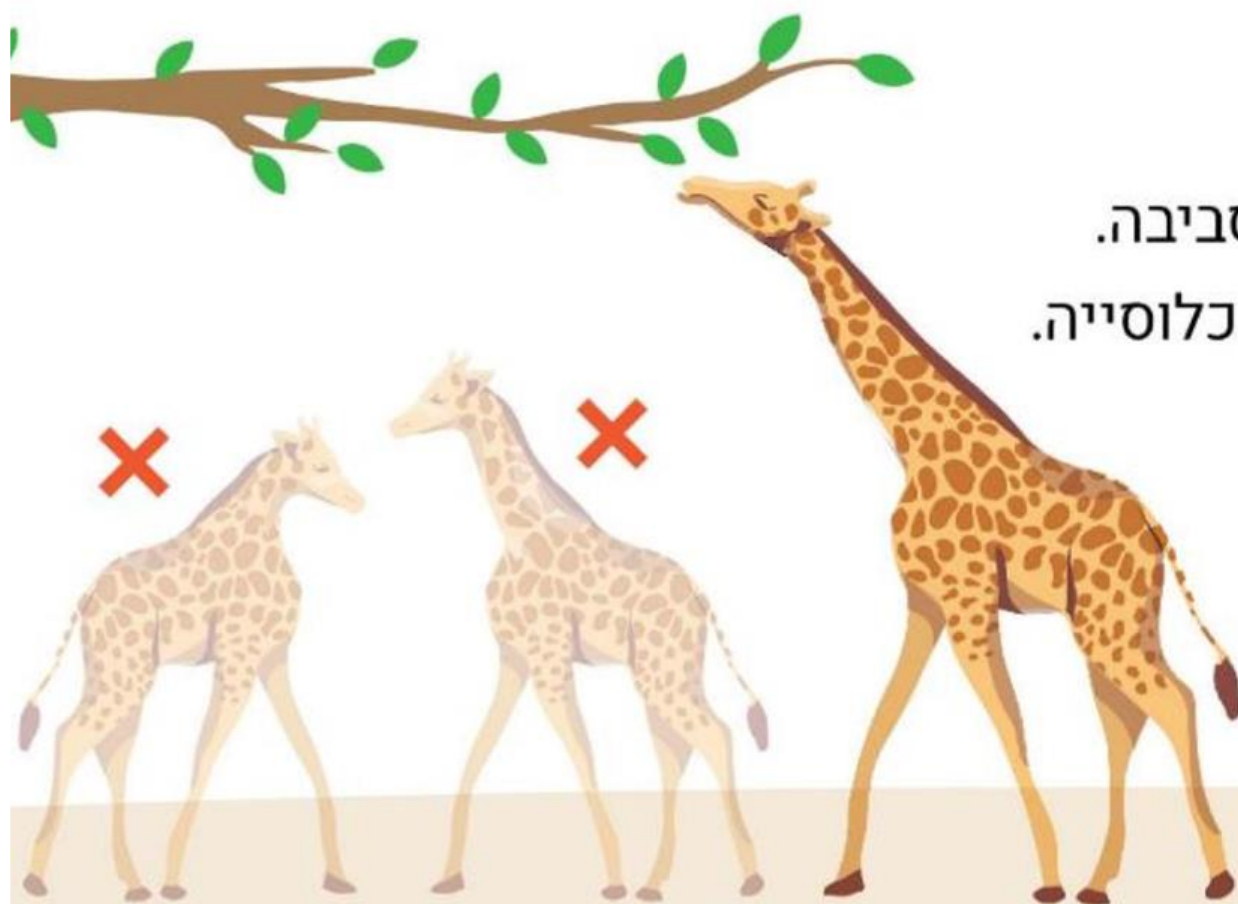
מקרא: מידת העמידות של החיידק לאנטיביוטיקה מתיצילין: גבוהה ●●●●● נמוכה ●●●●●

בכל חשיפה לאנטיביוטיקה מתים חיידקים שאינם עמידים לאנטיביוטיקה, ואילו החיידקים העמידים שורדים ומתרבים. כתוצאה מכך, במהלך דורות החיידקים שכיחות הפרטים העמידים לאנטיביוטיקה הולכת וגדלה. התהליך הוא הדרגתי ומתרחש במשך דורות רבים. תהליך זה נקרא **ברירה טבעית**.

## ברירה טבעית (Natural Selection)

תהליך הקובע את התרומה היחסית של פרטים שונים באוכלוסייה לדור הבא: מספר הצאצאים של פרטים המותאמים לתנאי סביבה גדול יותר ממספר הצאצאים של הפרטים המותאמים פחות. כתוצאה מכך במרוצת הדורות גדלה אוכלוסייה שכיחות הפרטים המותאמים יותר לתנאי הסביבה.

**חשוב להדגיש:** התפתחות של עמידות לאנטיביוטיקה באוכלוסיות חיידקים היא דוגמה לתהליך של ברירה טבעית שנגרמה בהשפעת האדם (שימוש באנטיביוטיקה ברפואה), אולם חשוב להבין שתהליכים של ברירה טבעית התרחשו (ומוסיפים להתרחש) במהלך האבולוציה בהשפעת שינויים אקלימיים ושינויים טבעיים אחרים בסביבה, שאינם קשורים לאדם.



- תהליך הברירה הטבעית גורם ל:
- שינויים בתכונות של פרטים באוכלוסייה.
  - מוטציות שמגדילות את מידת ההתאמה לסביבה.
  - שינויים בשכיחות של תכונות מסוימות באוכלוסייה.
  - הגדלת השונות הגנטית באוכלוסייה.

# תשובה



- תהליך הברירה הטבעית גורם ל:
- א. שינויים בתכונות של פרטים באוכלוסייה.
  - ב. מוטציות שמגדילות את מידת ההתאמה לסביבה.
  - ג. שינויים בשכיחות של תכונות מסוימות באוכלוסייה.
  - ד. הגדלת השונות הגנטית באוכלוסייה.



# שונות

- שונות בין פרטים בתוך המין מתבטאת בהבדלים : התנהגותיים, פיזיולוגיים  
אנטומיים וברמה התאית מולקולרית.

# מקורות השונות

מקורות השונות באוכלוסייה



רבייה זוויגית (מינית)



מוטציות

