

אקולוגיה – חלק א'3

השקופיות מאת מט"ח

מקורות אנרגיה, מעברי אנרגיה ומעברי חומרים במערכת אקולוגית

● מזון – מקור של אנרגיה ושל חומרים בעבור האורגניזמים

כל האורגניזמים זקוקים לחומרים אורגניים לצורך קיומם .

החומרים האורגניים מנוצלים בתאי האורגניזמים לשתי מטרות:

כמקור לאנרגיה

בניית תאי הגוף ולתפקודם

דרכי הזנה

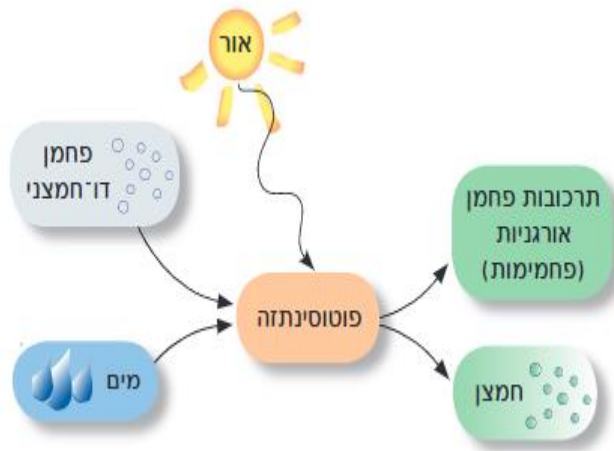
הטרוטרופית

- אורגניזמים הניזונים מאכילת
- אורגניזמים אחרים ושתיית מים
- צרכנים



אוטוטרופית

- אורגניזמים המרכיבים בעצמם
- תרכובות פחמן אורגניות מתרכובות
- אנאורגניות בתהליך הפוטוסינתזה.
- יצרנים
- בעיקר צמחים ירוקים



יצרנים

מונח: יצרנים (Primary Producers)



הצמחים
ביבשה והאצות
והחיידקים
הכחוליים במים הם
היצרניים העיקריים
במערכת
האקולוגית

אורגניזמים המסוגלים לייצר
חומרים אורגניים מחומרים
אי-אורגניים תוך שימוש
במקור אנרגיה חיצוני.
בתהליך הפוטוסינתזה מקור
האנרגיה הוא אור השמש.

צרכנים

מונח: צרכנים (Consumers)



בעלי החיים,
הצמחונים
והטורפים, הם
הצרכנים

אורגניזמים המקבלים חומרים אורגניים
על ידי אכילת אורגניזמים אחרים.
צרכנים ראשוניים - בעלי חיים אוכלי עשב.
צרכנים שניוניים - בעלי חיים טורפים.

שימו לב! לעיתים מחלקים את
הצרכנים חלוקת משנה לשניוניים,
שלישוניים וטורפי-על, ולעיתים
מכלילים את כולם כצרכנים שניוניים.

פוטוסינתזה

הפחמימות מנוצלות בצמח ל:

- נשימה תאית.
- יצירת חומרים אורגניים אחרים, כמו חלבונים ושומנים הנחוצים לבניית התאים. ליצירת חלק מהם נחוצים גם מינרלים הנקלטים מהקרקע.

15



אנרגיית אור

CO₂

פוטוסינתזה

גלוקוז

חומרים אורגניים שונים

יצרנים

נשימת הצמחים

צרכנים

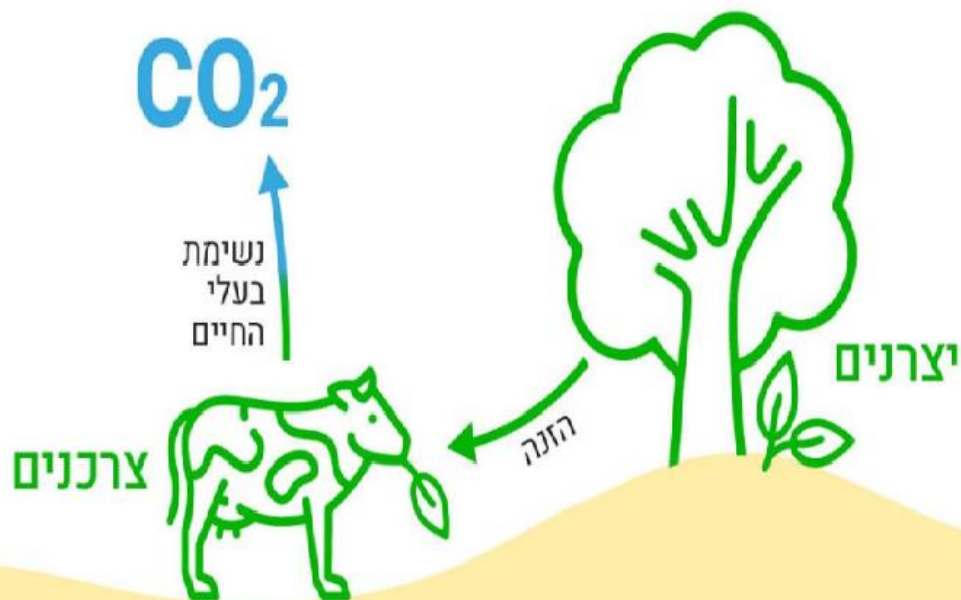


מינרלים של זרחן, חנקן ועוד יסודות

חומרים אי-אורגניים (CO₂ ומינרלים)

חומרים אורגניים ■ חומרים אי-אורגניים ■

הזנה



גם בעלי החיים הניזונים
מהצמחים מנצלים את החומרים
האורגניים לנשימה תאית
ולבנייה, וכך גם בעלי החיים
הטורפים אותם.

■ חומרים אורגניים ■ חומרים אי-אורגניים



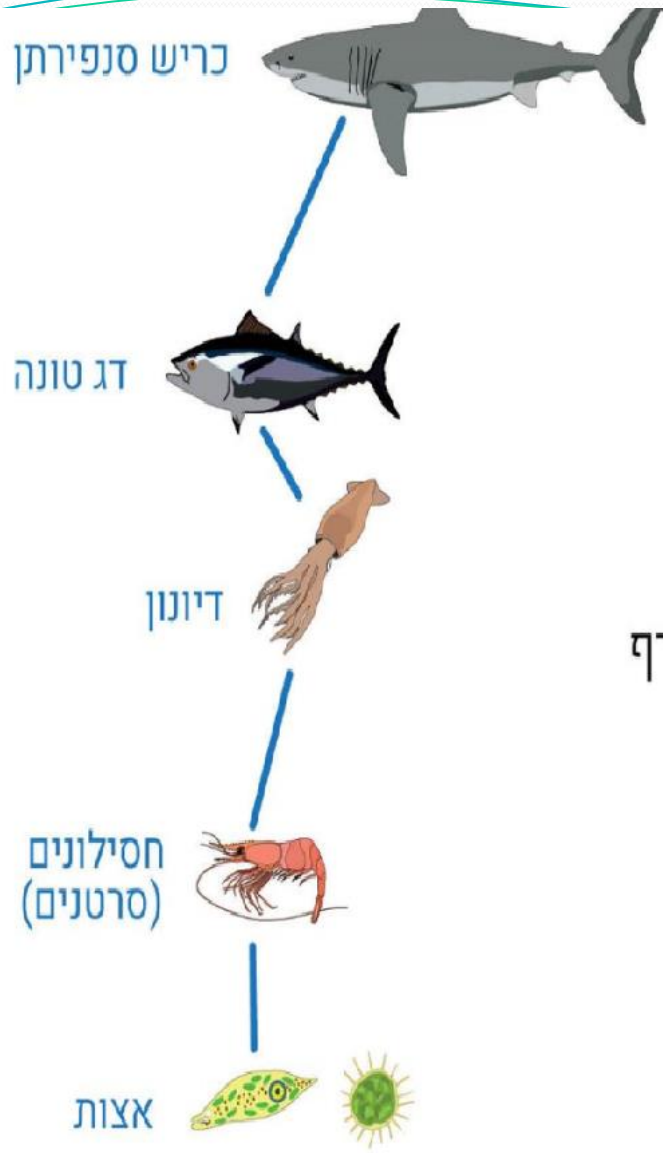
ייצוג איכותי של יחסי תלות בהזנה – שרשרת המזון

היצרנים בשרשרת המזון מייצרים חומר אורגני בתהליך הפוטוסינתזה. החומרים האורגניים שהם מייצרים, נצרכים על ידי הצרכנים.

שרשרת מזון מייצגת רצף אחד של יחסי הזנה :



כך חומרים והאנרגיה האצורה בהם, עוברים (מחוליה לחוליה בשרשרת המזון).

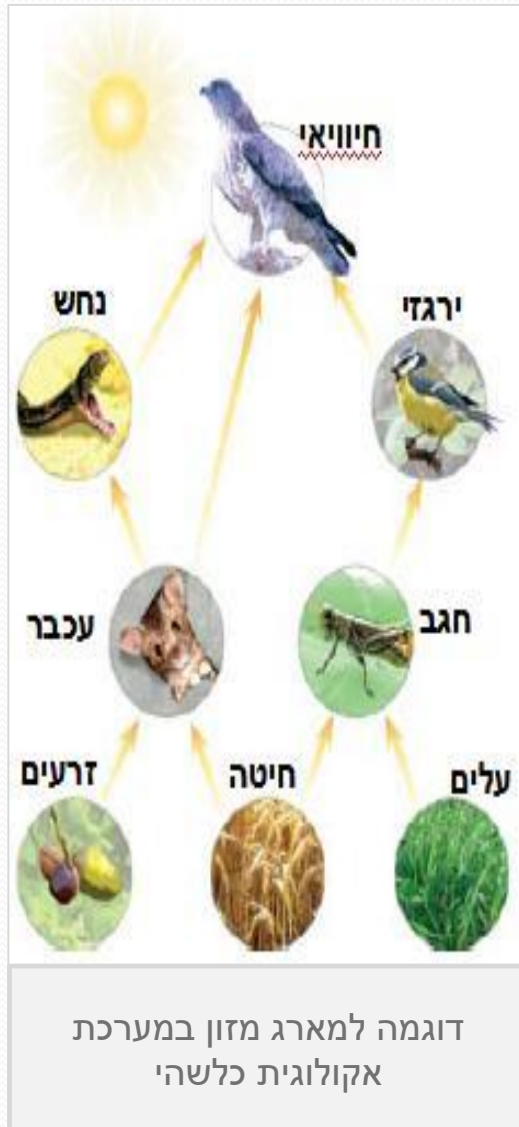


מונח: שרשרת מזון (Food Chain)

ייצוג איכותי של רצף אחד של יחסי הזנה בסביבת חיים מסוימת:

יצרן נאכל על ידי בעל חיים צמחוני שנאכל על ידי טורף, שנאכל על ידי טורף אחר. בראש השרשרת נמצא טורף-על.

מארג המזון – ייצוג איכותי של יחסי תלות בהזנה



מארג מזון מייצג את סך כל שרשרות המזון המשתלבות זו בזו בבית הגידול.

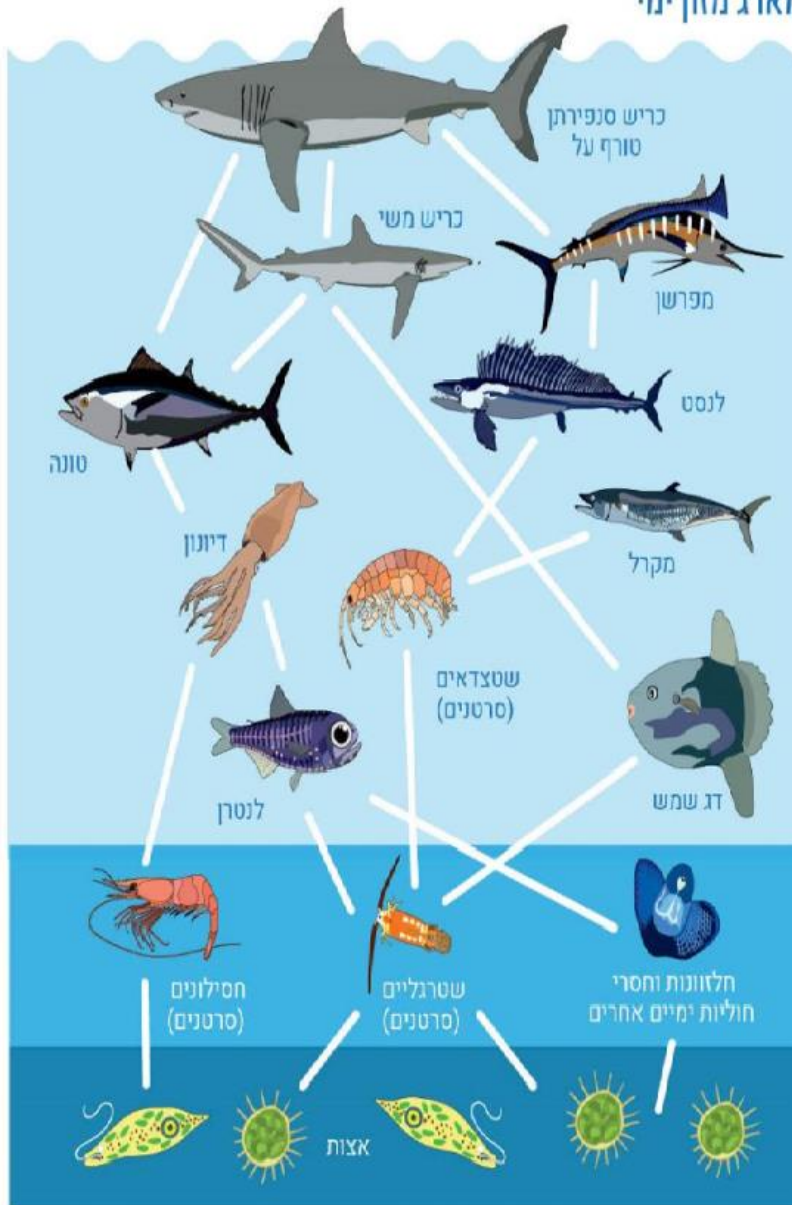
שימו לב!
כיוון החיצים הם הוא הכיוון של מעבר החומרים (והאנרגיה) במערכת – מהנאכל אל האוכל.

מארג מזון ימי

צרכנים
שניוניים

צרכנים ראשוניים
(זואופלנקטון)

יצרנים
(פיטופלנקטון)



מונח: מארג מזון (Food Web)

צירוף כל שרשראות המזון והקשרים ביניהן בסביבת חיים מסוימת.

שאלה :

בשרשרת המזון, הצמחים

הירוקים הם:

א. צרכנים ראשוניים

ב. צרכנים שניוניים

ג. יצרנים

ד. טורפים

שאלה :

בשרשרת המזון, כל בעלי-החיים הם :

א. צרכנים

ב. טורפים

ג. יצרנים

ד. מפרקים

ג

א

לא כל בעלי-החיים טורפים, חלקם אוכלי צמחים.
אבל כולם צרכנים.

שאלה: איזו תופעה היא דוגמה ליחסים בין צרכן לבין יצרן?

- א. עכברים אוכלים זרעים .
- ב. נחשים אוכלים עכברים .
- ג. בני אדם אוכלים פטריות .
- ד. צמחים קולטים מלחים מהקרקע .



הסבר :

העכברים הם צרכנים, שאוכלים יצרנים (זרעים).

הפטריות הן חסרות כלורופיל, כלומר הן הטרוטרופיות (צרכניות) – לא מבצעות פוטוסינתזה, וגם בני האדם הם צרכנים.

שאלה:

מה נכון לומר על היצרנים במערכת אקולוגית?

א. הם נאכלים בעיקר על ידי טורפי-העל.

ב. הם ניזונים מתרכובות אורגניות בקרקע.

ג. בלעדיהם לא יהיה מזון לשאר היצורים החיים.

ד. הם זקוקים לצרכנים הראשונים, המספקים להם מזון.



שאלה

בני אדם ניזונים מצמחים ומבעלי-חיים.

לפיכך, איזה תפקיד יש לבני האדם במערכת האקולוגית?

א. טורפי-על

ב. גם יצרנים וגם צרכנים

ג. צרכנים ראשוניים בלבד

ד. גם צרכנים ראשוניים וגם שניוניים

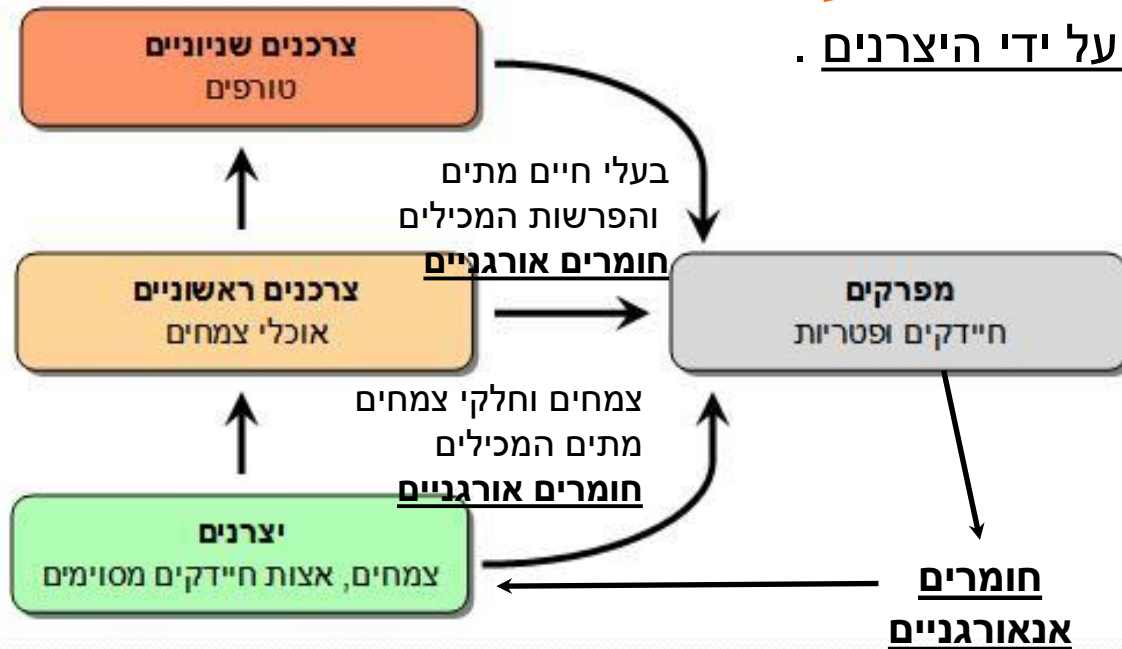


דיון

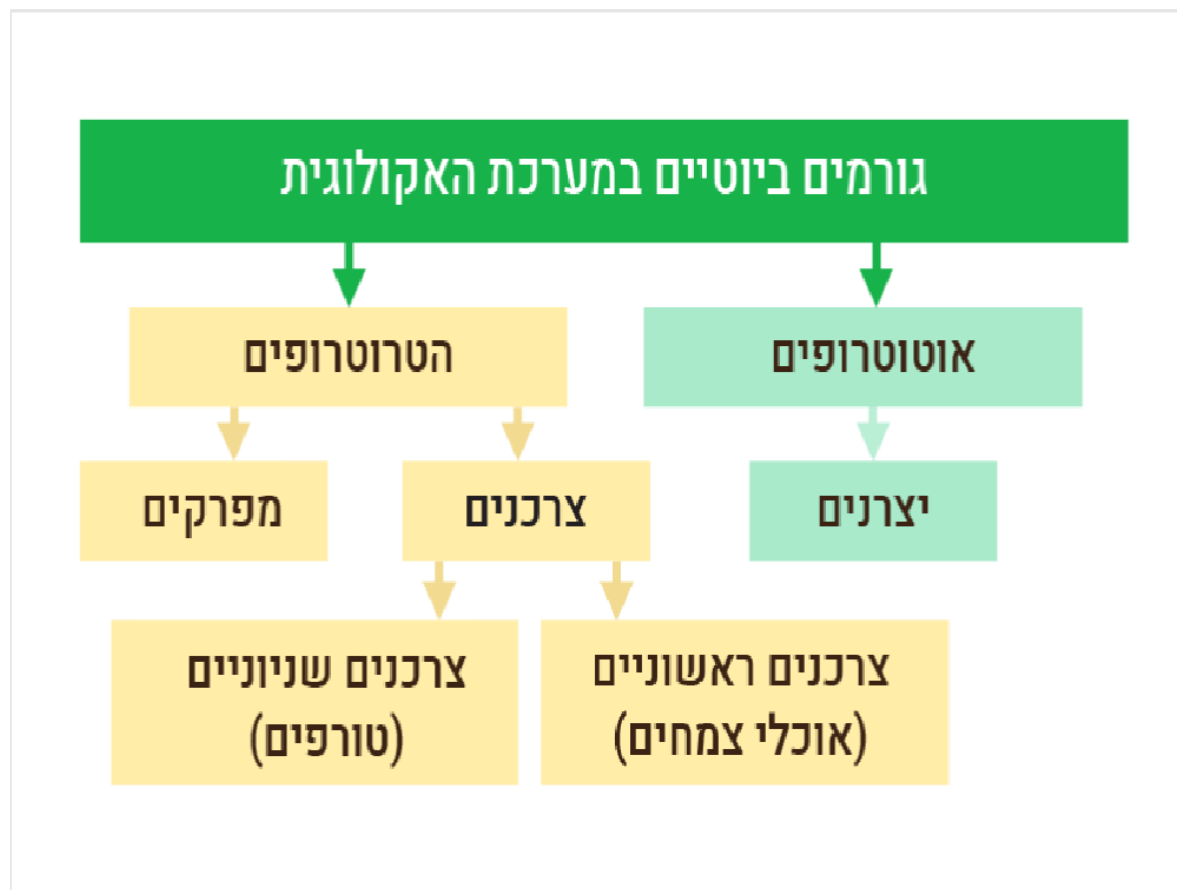
- מה קורה עם כל העלים שנשרו ?
- ההפרשות? הפירות שנרקבו? בע"ח שמתו ?
- האם המזון/החומרים ייגמרו בסוף?

המפרקים

- **חיידקים ופטריות** הניזונים משיירים אורגנים של כל החוליות בשרשרות המזון: צמחים ובעלי-חיים שמתו, חלקי צמחים שנשרו לאדמה והפרשות של בעלי-חיים.
- המפרקים מפרישים **אנזימים לסביבתם**, וכך הם מפרקים את החומרים האורגנים (שבקרקע) ובמים, (לחומרים) בשונה מהצרכנים המפרקים את החומר האורגני **בתוך גופם**
- לכן, למפרקים שבמערכת האקולוגית יש חשיבות מיוחדת, כי הם גורמים ל**מחזור של חומרים בטבע** – הופכים חומרים אורגנים לחומרים אנאורגניים, הזמינים לניצול על ידי היצרנים.



לסיכום - מיון האורגניזמים במערכת האקולוגית לפי דרך ההזנה ורמת ההזנה:



גלגולי האנרגיה במערכת האקולוגית

אנרגיית האור נקלטת על ידי הצמחים, ובתהליך הפוטוסינתזה היא מומרת לאנרגיה כימית האצורה בחומרים האורגניים הנוצרים בתהליך.

החומרים האורגניים מנוצלים בצמחים לגדילה ולנשימה תאית. בתהליך הנשימה התאית ובפעולות חיים אחרות המתקיימות בצמחים, חלק מהאנרגיה משתחרר כחום.



אנרגיית אור

אנרגיית חום

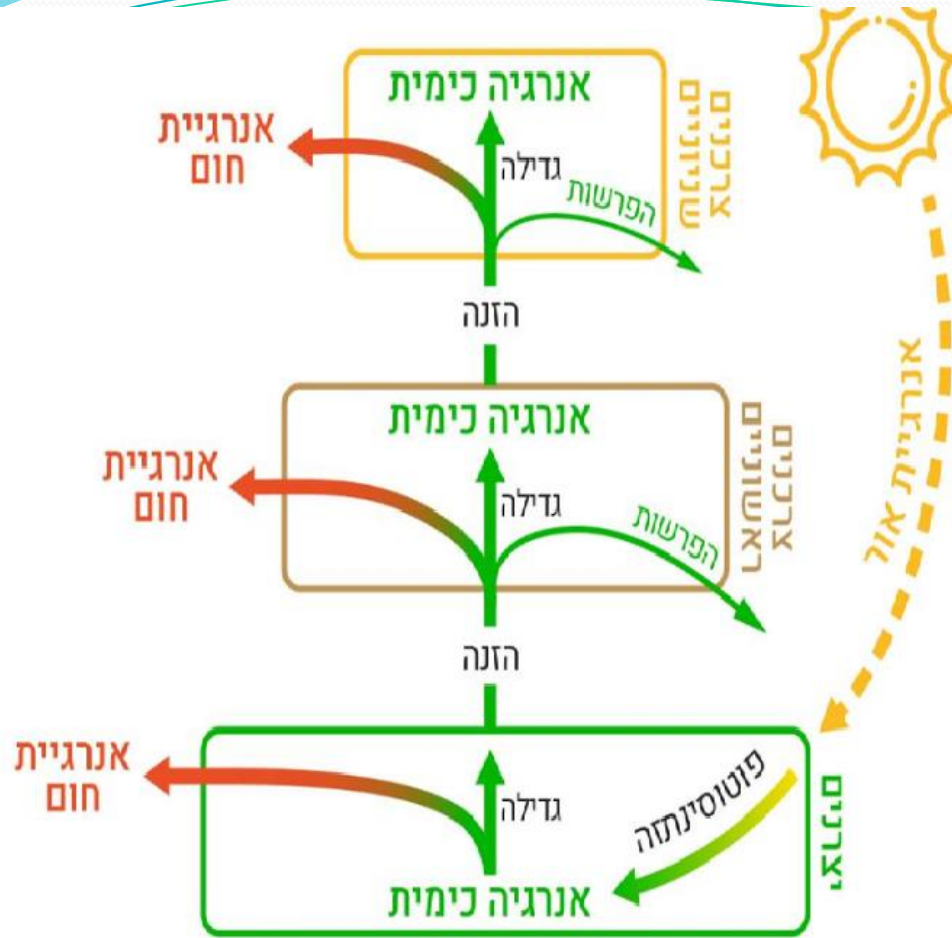


צמחים

המרת אנרגיה כימית לאנרגיית חום בתהליכים מטבוליים כמו נשימה תאית

המרת אנרגיית אור לאנרגיה כימית

גלגולי האנרגיה במערכת האקולוגית



החומרים האורגניים מועברים כמזון מרמת הזנה אחת לרמת ההזנה הבאה, והם מנוצלים לנשימה תאית ולגדילה בכל רמות האנרגיה.

בתהליך הנשימה התאית ובפעולות חיים אחרות המתקיימות באורגניזמים, חלק מהאנרגיה משתחרר כחום.

המרת אנרגיה כימית לאנרגיית חום בתהליכים מטבוליים כמו נשימה תאית

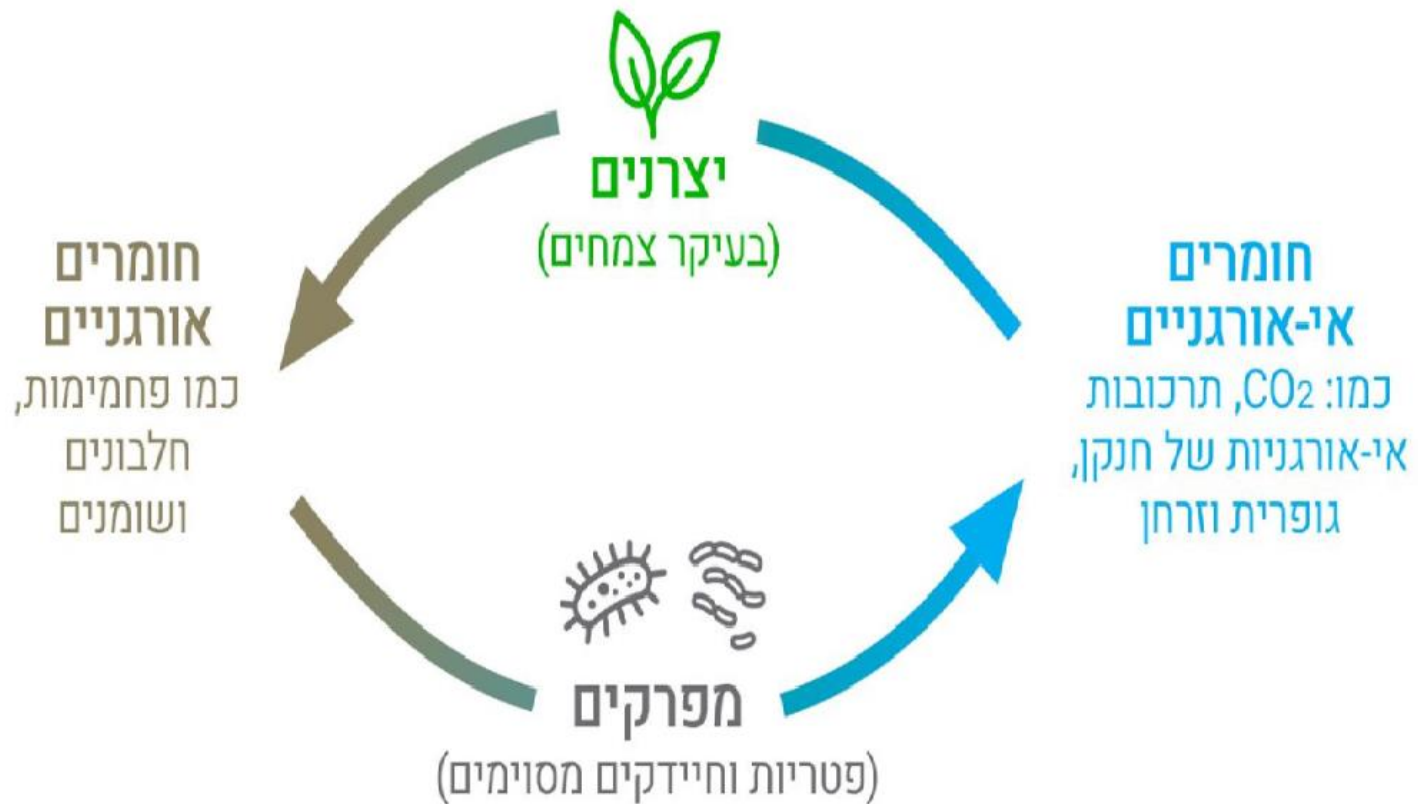
המרת אנרגיית אור לאנרגיה כימית

האנרגיה איננה ממוחזרת במערכת האקולוגית

אנרגיית החום הנפלטת בתהליכים מטבוליים המתקיימים אצל כל האורגניזמים (כמו נשימה תאית), מתפזרת לסביבה ואינה עוברת המרה לצורת אנרגיה הניתנת לניצול על ידי האורגניזמים, ולכן קיום המערכת האקולוגית תלוי באספקה מתמדת של אור השמש.



לעומת זאת, החומרים כן ממוחזרים במערכת האקולוגית



* יש לזכור: לא רק המפרקים, אלא כל האורגניזמים, מפרקים חומרים אורגניים בנשימה התאית ופולטים חומר אי-אורגני לסביבה – CO₂.

פירמידת מזון אקולוגית – ייצוג כמותי של רמות ההזנה

אפשר לארגן את האורגניזמים בקבוצות, על-פי רמת ההזנה שלהם (קבוצת אורגניזמים המקבלים או משיגים את מזונם במספר שלבים זהה – בהתאם למספר המעברים של המזון מן היצרנים עד הצרכנים).

טבלה ג-2: דוגמאות לאורגניזמים ברמות הזנה שונות

דוגמאות	רמת הזנה
הצמחים הירוקים, האצות והחיידיקים הפוטוסינתטיים	1. יצרנים
צמחים טפילים חרקים: חגב זוחלים: צב עופות: בולבול, צופית יונקים: צבי, אייל, פרה, גמל, כבשה	2. צרכנים ראשוניים - אוכלי צמחים בלבד
פרוקי רגלים: עכבישים, חגבים, עקרבים, מיני סרטנים דו-חיים: צפרדע זוחלים: זיקית, נחש עופות: עורבני, שקנאי יונקים: כלב ים, תן, כלב, שועל	3. צרכנים שניוניים - אוכלי בעלי חיים
זוחלים: תנין עופות: נשר, נץ יונקים: אריה, נמר, לווייתן	4. טורפי-על



המסה הכוללת של כל האורגניזמים.

הביומסה מבוטאת בדרך כלל כמשקל יבש ליחידת שטח, כלומר משקל האורגניזמים בלי המים. הביומסה מורכבת בעיקר מחומרים אורגניים, שמהם בנויים תאי האורגניזמים (בעיקר פחמימות, חלבונים ושומנים).

איך מחשבים ביומסה? שוקלים פרטים מייצגים ומכפילים במספר המוערך הכולל שלהם בשטח, ומהתוצאה שמתקבלת מפחיתים את משקל תכולת המים בגופם.

פירמידת מזון אקולוגית – ייצוג כמותי של רמות ההזנה

- גודלה של כל רמה בפירמידת המזון האקולוגית, מייצג את **הביומסה** (כמות החומר) של כל האורגניזמים הנמצאים בה.
- כלומר, פירמידת מזון אקולוגית היא ייצוג כמותי של רמות ההזנה השונות, ולכן היא נקראת גם **פירמידת ביומסה**.



פירמידת ביומסה היא גם פירמידה של אנרגיה



פירמידת ביומסה היא גם פירמידת אנרגיה, משום שהביומסה משקפת למעשה את כמות האנרגיה הכימית בכל רמת הזנה.

מכיוון שהביומסה הולכת וקטנה ככל שעולים ברמת ההזנה, גם כמות האנרגיה שבה הולכת וקטנה.

שאלה



בבתי גידול יציבים הביומסה הולכת וקטנה ככל שעולים ברמת ההזנה, ולכן מתקבלת צורה של פירמידה.

איך אפשר להסביר את המגמה הזאת?

האם זה קשור לכך שבכל רמת הזנה רק חלק מהמזון הנאכל מנוצל לגדילה?

שטח כל מלבן פורפורציונלי לגודל הביומסה של רמת ההזנה.

תשובה !



הביומסה הולכת וקטנה ככל שעולים ברמת ההזנה, משום שחלק מהחומרים האורגניים במזון הנאכל על ידי האורגניזמים מתפרק בנשימה תאית, חלקו נמצא בהפרשות, ורק חלק מנוצל לגידול המתבטא בעליית הביומסה. רק החלק הזה עומד לרשות רמת ההזנה הבאה.

מתי יהיה
יותר אוכל בעולם?



אם ניתן
את הצמחים
לפרות ונאכל
את בשרן?

או

אם
נאכל
צמחים?



שאלה

דוגמה ספציפית:

לרשותנו 1 ק"ג ירקות. מתי נקבל יותר אנרגיה
(כלומר מזון שערכו האנרגטי גבוה יותר):



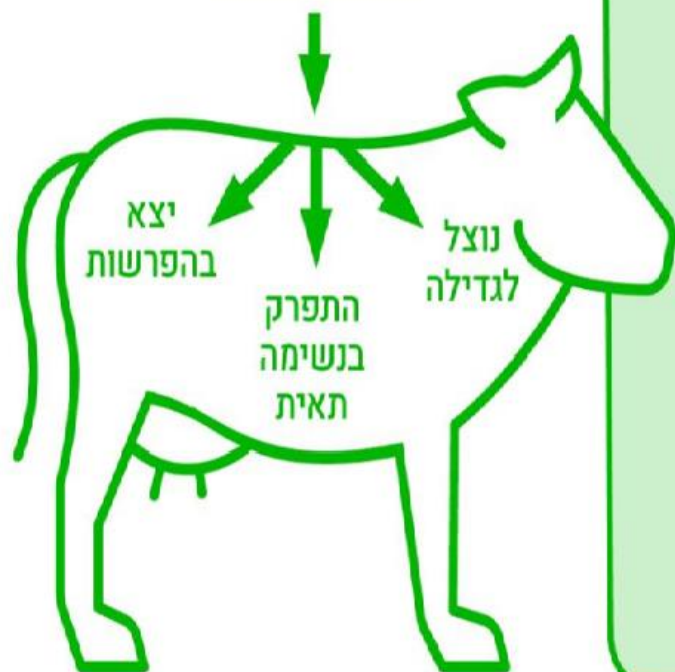
1 ק"ג ירקות שערכו
הקלורי כ-200 קלוריות

אם נאכל
את הירקות?

אם נאכיל את הפרה בירקות ונאכל את הבשר
שנוצר בה כתוצאה מאכילת הירקות?

(רמז: האם כל המזון שנאכל ינוצל בגוף הפרה לגדילה, כלומר לתוספת בשר?)

תשובה



נקבל מזון שערכו האנרגטי גבוה יותר כשנאכל ישירות את הירקות.

נימוק: אם נאכל ישירות את הירקות נקבל 200 קלוריות. אם הפרה תאכל את הירקות, חלק מהמזון מתפרק בגופה בנשימה תאית, חלקו יוצא בהפרשות, ורק כ-10% מנוצל לגדילה - מה שיניב תוספת של כ-10 גרם במשקל הפרה (שערכו האנרגטי הוא כ-20 קלוריות).

כלומר, נקבל בשר שערכו התזונתי קטן פי 10 בהשוואה לערך האנרגטי של הירקות.

מסקנה: צמחונות = יותר אוכל

לאנושות יהיה מזון שערכו האנרגטי הכולל גדול יותר אם נאכל מזון מן הצומח ולא מזון מן החי.

נימוק: בכל מעבר מרמת הזנה אחת (היצרנים) לרמת הזנה אחרת (הצרכנים), חלק מהמזון הנאכל מתפרק בנשימה תאית (והאנרגיה משתחררת בחלקה כחום כפי שיפורט בהמשך), חלקו יוצא בהפרשות, ורק החלק הנותר מנוצל לגידול (כלומר לתוספת בשר), ולכן ברור שהערך האנרגטי של תוספת זו נמוך מהערך האנרגטי של כלל המזון שנאכל.



ולסיום..שיר

Food Chains

A Musical Lecture

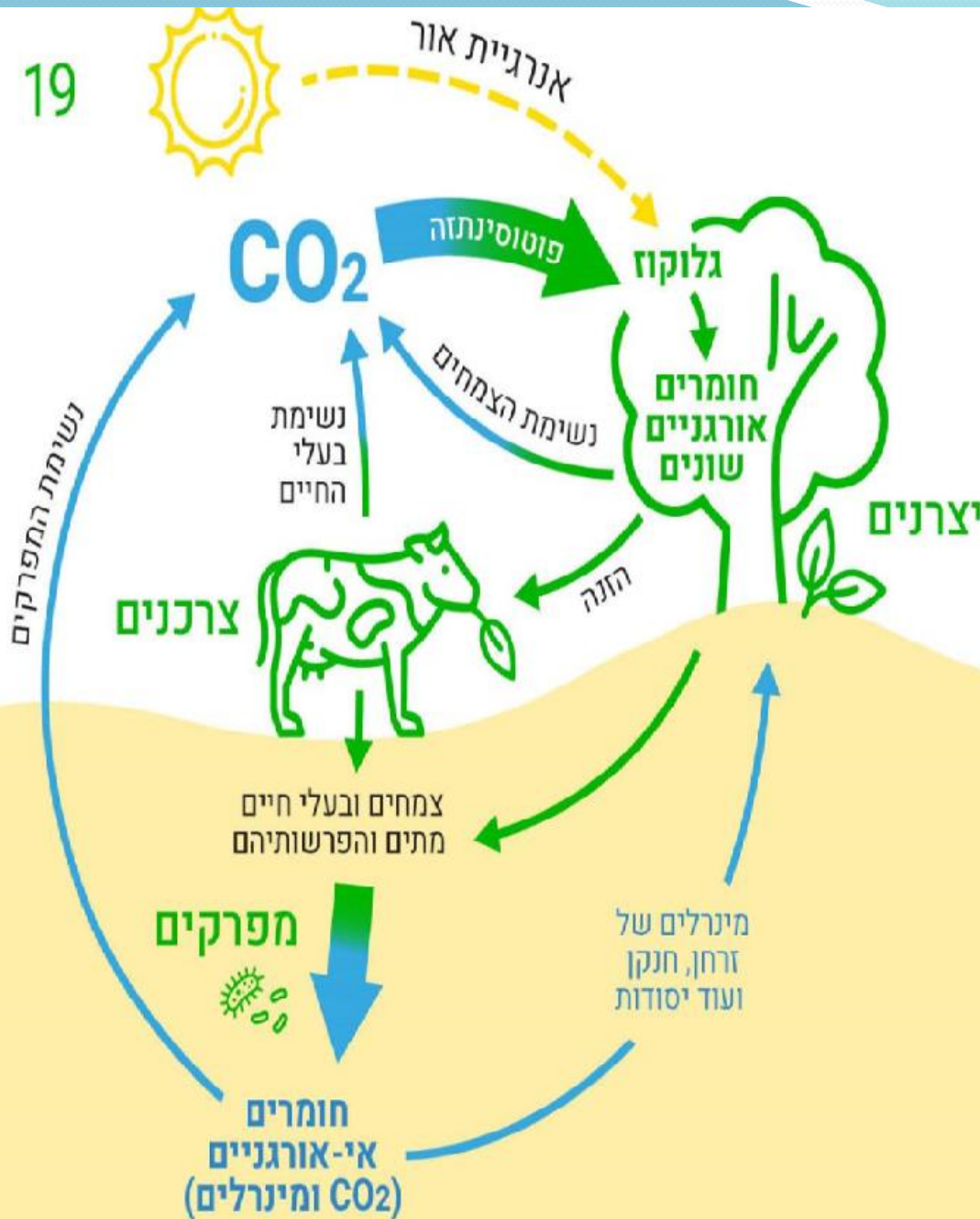
by

Glenn Wolkenfeld

מחזור החומרים בטבע
בדגש על מחזור הפחמן

המחזור השלם

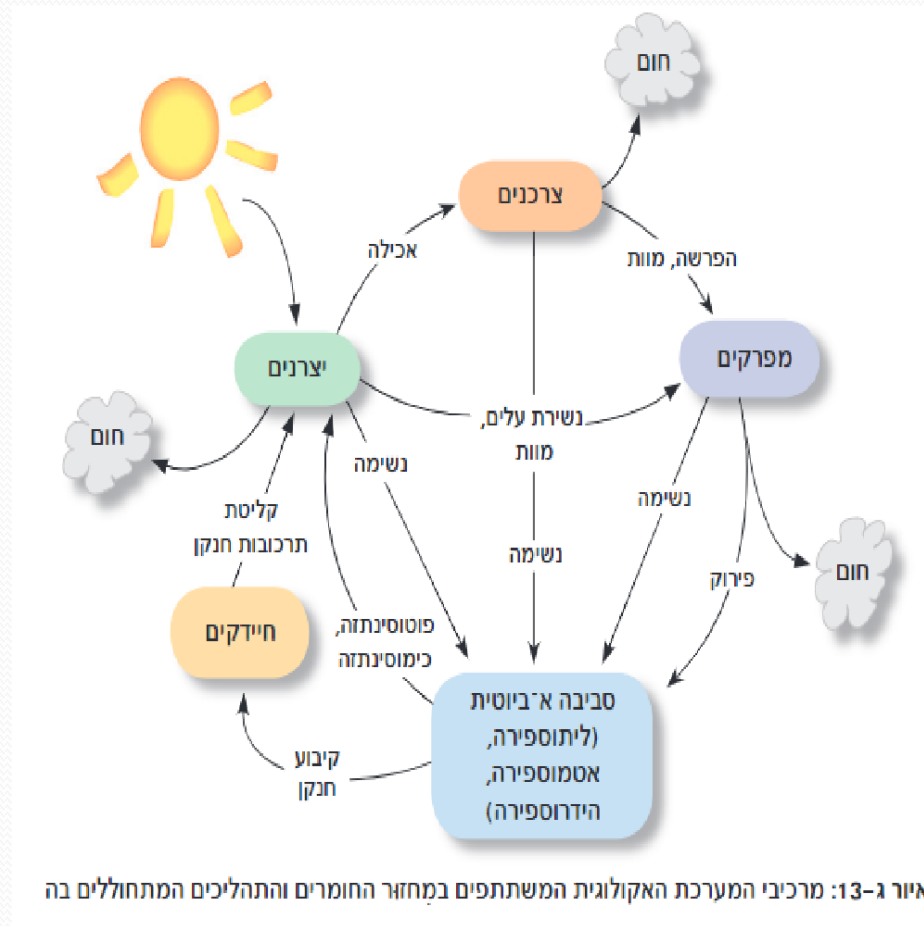
במחזור החומרים בטבע מעורבים כמה תהליכים המבוצעים על ידי אורגניזמים.



חומרים אורגניים ■ חומרים אי-אורגניים ■

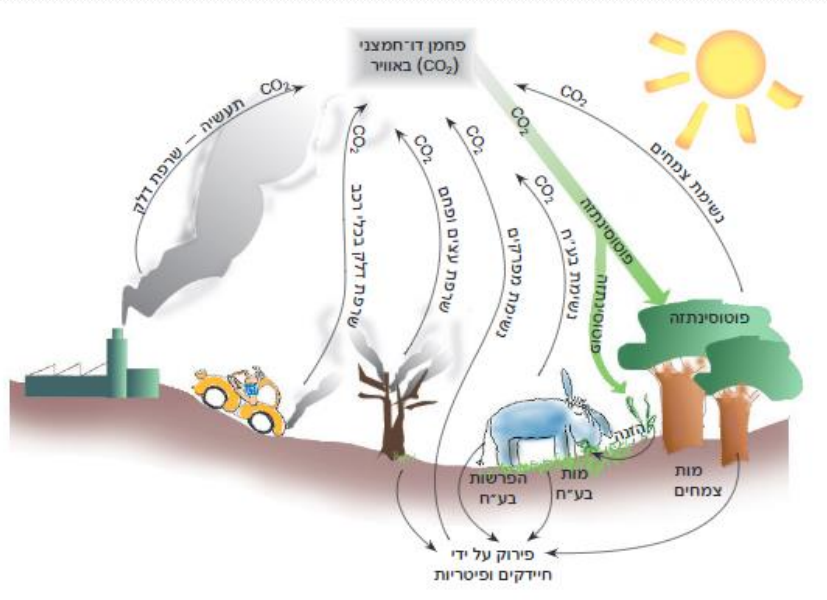
מחזורי חומרים

מעבר חומרים בין מרכיבים ביוטיים ואביוטיים

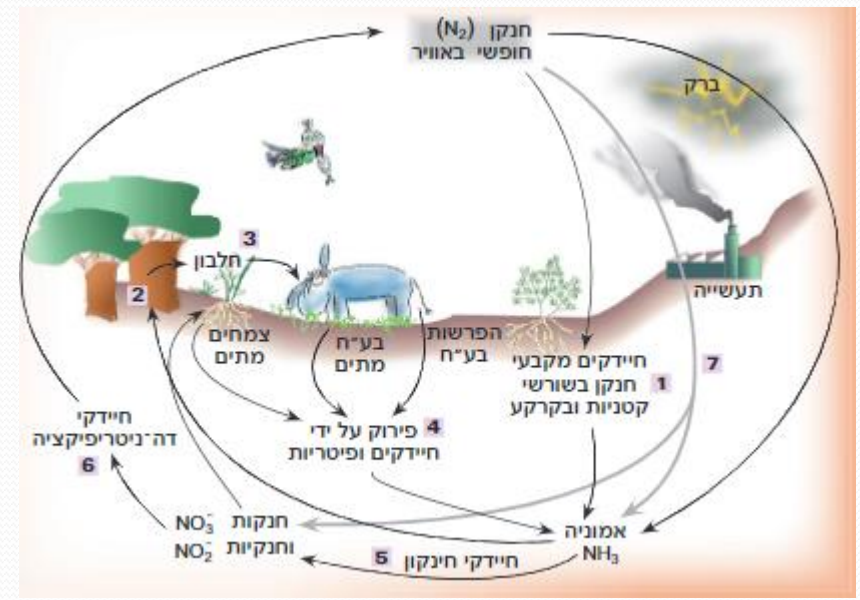


מחזורי חומרים במערכת אקולוגית

מחזור הפחמן



מחזור התנקן



פירוט מחזור הפחמן

הפחמן מרכיב את השלד של כל החומרים האורגניים, והוא מרכיב מרכזי במחזור החומרים בטבע. בתהליך הפוטוסינתזה הצמחים יוצרים פחמימות מפחמן דו-חמצני ומים תוך ניצול אנרגיית השמש.

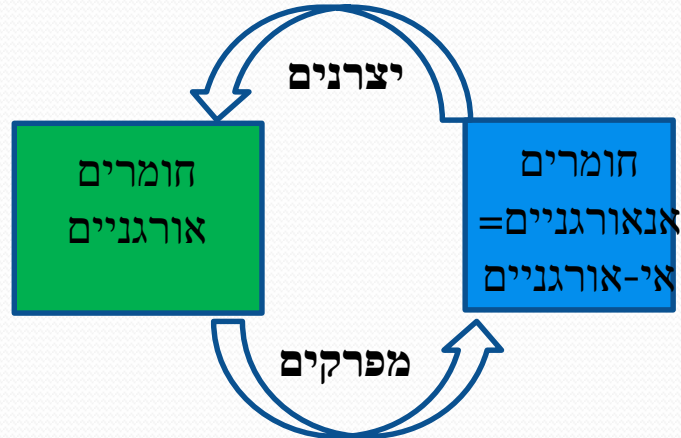
הפחמימות משמשות בחלקן כשלד ליצירת תרכובות אורגניות אחרות (כמו חלבונים), ובחלקן הן מתפרקות בתהליך הנשימה התאית (הן בצמחים והן בבעלי החיים הניזונים מהן במישרין או בעקיפין).

הפחמן הדו-חמצני שנוצר בתהליך הנשימה התאית של כל האורגניזמים נפלט לאטמוספירה.

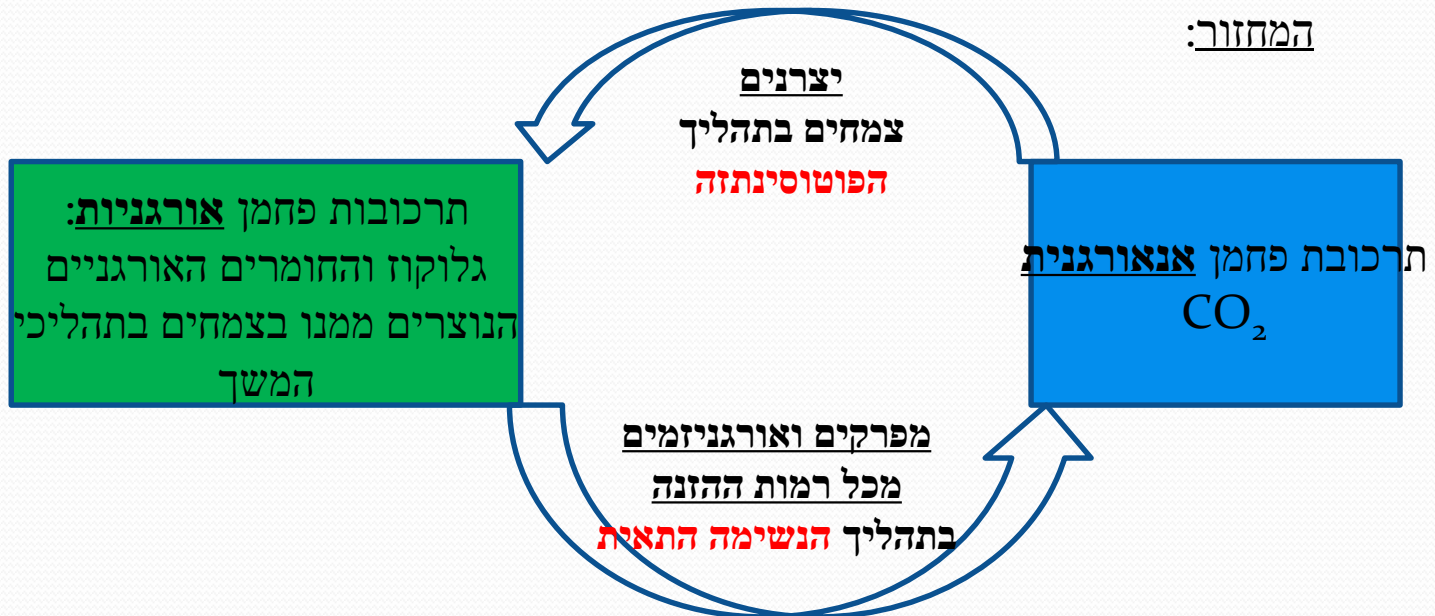
בדורות האחרונים ריכוז ה- CO_2 באוויר עולה הן בשל שריפת דלקים בתעשייה, במכונות ובשימוש ביתי, והן בשל צמצום שטחי היערות שגורם להקטנת הפוטוסינתזה שצורכת CO_2 . העלייה בריכוז ה- CO_2 מגבירה את אפקט החממה וגורמת להתחממות כדור הארץ – תהליך שיש לו השפעה מכרעת על גורל האנושות ועל גורל המערכת האקולוגית כולה.

במערכת האקולוגית מתרחש מחזור מתמיד של חומרים

מחזור חומרים



אם נבחן חומר מרכזי במערכת האקולוגית – הפחמן, נמצא שגם בו מתקיים המחזור:



השפעות אפקט החממה

העלייה בריכוזו של הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה בהשפעת האדם, מאיצה את אפקט החממה וגורמת להתחממות יתר של כדור הארץ. להתחממות זו יש השפעות לא רצויות:

❖ הפשרת קרחונים, עלייה בגובה פני הים, וסכנה להצפת ערים השוכנות לחוף היבשות

❖ אירועי מזג אוויר קיצוניים

כגון: גלי חום הגורמים לבצורת ולשרפות, סופות עזות הגורמות להצפות ולמפולות וכדומה.

❖ מדבור

התחממות כדור הארץ גורמת להגברת האידוי מן הקרקע ולהגברת הדיות מן הצמחים – תהליכים המַרעים את מצב משק המים בעבור הצמחים, ומאפשרים התפתחות של צמחייה מדברית מעטה בלבד, המותאמת לתנאי יובש.

הרחבת שטחי המדבר



הצפת ערים השוכנות לחוף הים



המסת קרחונים



שאלה

בשנים האחרונות יש כריתה מוגברת של עצים ביערות באסיה .

אחת התוצאות הסבירות של הכריתה המוגברת היא:

א. ירידה בכמות ה **CO2** - באוויר.

ב. הכחדת מינים של בעלי-חיים.

ג. עלייה בלחות האוויר.

ד. הקטנת החור באוזון .



Bradley/shutterstock.com/asap
creativ

תשובה:

משפט ב.

הסבר :

- כריתת עצים מקטינה את היקף הפוטוסינתזה בעולם .
- לכן, ייווצר פחות מזון
- כמות הפחמן הדו-חמצני באוויר תעלה (בוודאי שלא תרד)
- ולאורך זמן גם כמות החמצן באטמוספירה עלולה להתמעט.

שאלה 3:

תהליך חשוב המבוצע רק על ידי היצרנים במערכת האקולוגית, נמדד באמצעות:

- א. עלייה בכמות הפחמן הדו-חמצני במערכת.
- ב. עלייה בביומסה של הצמחים במערכת.
- ג. עליית הטמפרטורה במערכת.
- ד. ירידה בעוצמת האור במערכת.

תשובה:

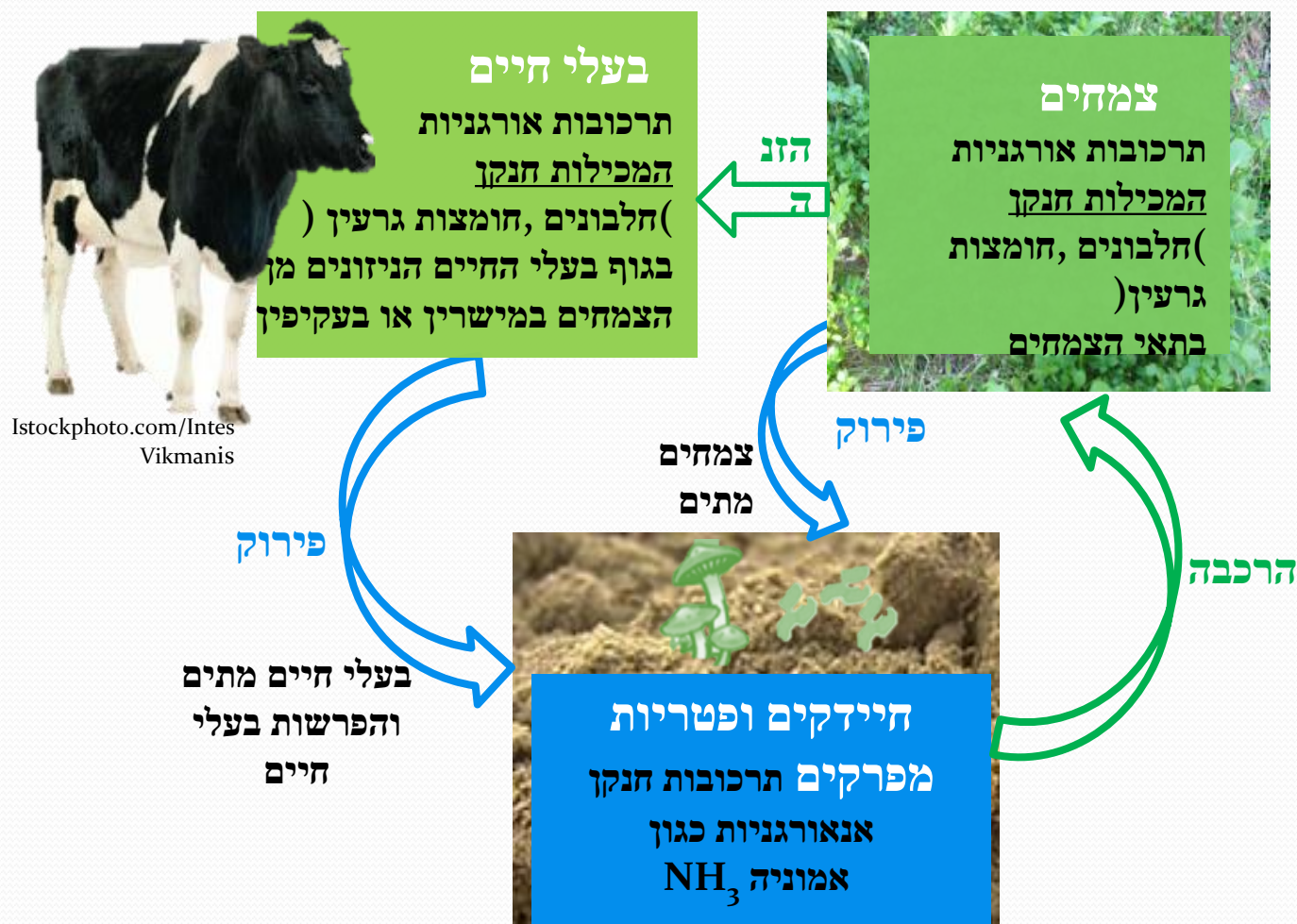
משפט ב.

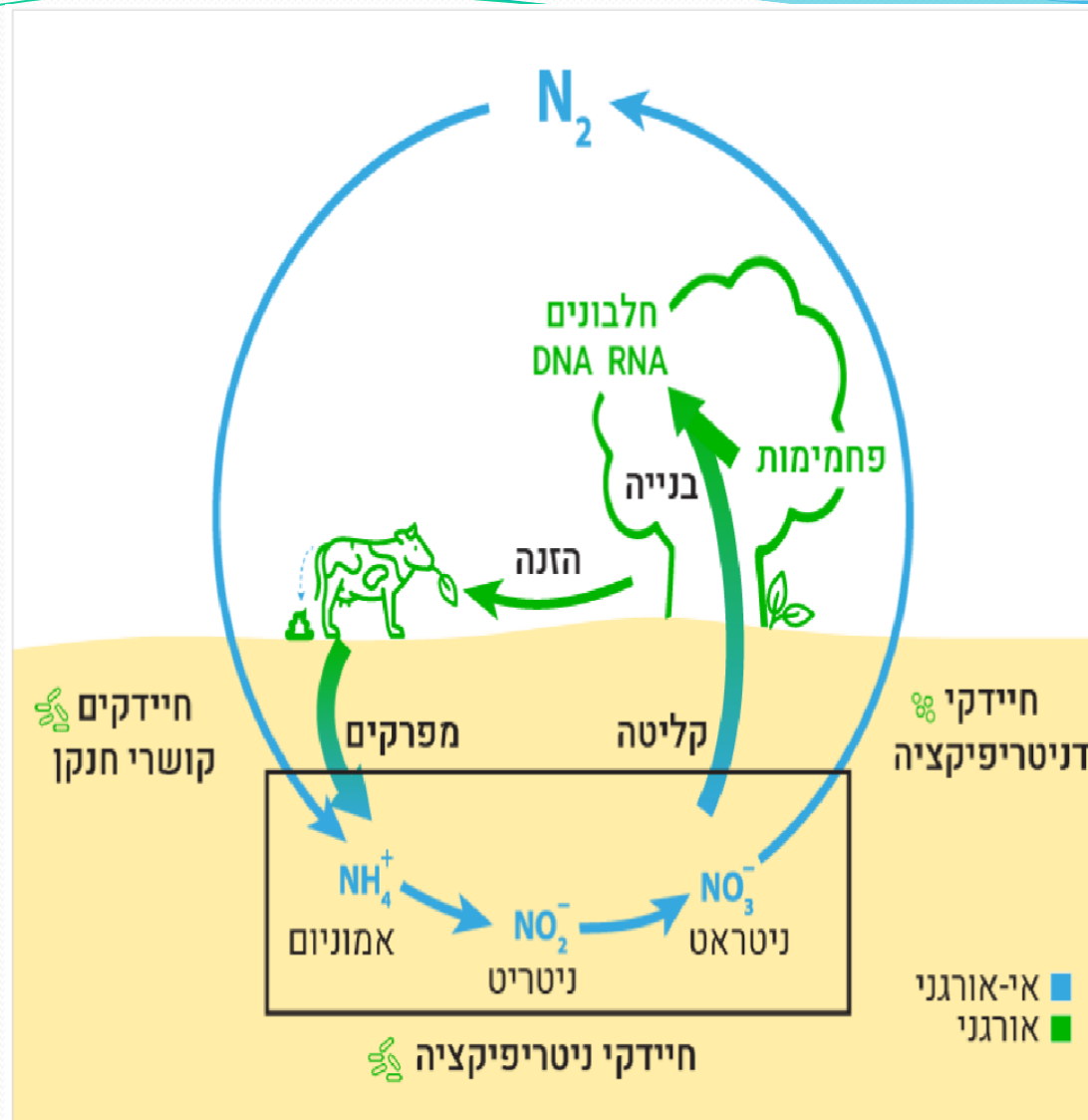
הסבר :

הכוונה לתהליך הפוטוסינתזה. בתהליך הפוטוסינתזה נוצר גלוקוז שהופך בהמשך לחומרים אורגניים נוספים) כגון חלבונים, שומנים (המנוצלים לגידול הצמחים כלומר לבניית תאיהם – דבר הגורם לעליית הביומסה שלהם.

זמינות חנקן

- גם החנקן עובר מחזור בטבע.
- הצמחים קולטים מהקרקע תרכובות חנקן (אנאורגניות) כגון אמוניה (NH_3) ומנצלים אותן ליצירת תרכובות אורגניות המכילות חנקן כגון חלבונים וחומצות גרעין (דנא, רנא).
- כשהצמחים ובעלי החיים מתים, החומרים האורגניים המרכיבים אותם מפורקים ע"י המפרקים לחומרים אנאורגניים – בין היתר, גם לתרכובות חנקן אנאורגניות.





החנקן הוא יסוד חשוב מאוד בגוף החי. הוא מרכיב בתרכובות חנקן אורגניות כמו חלבונים וחומצות גרעין.

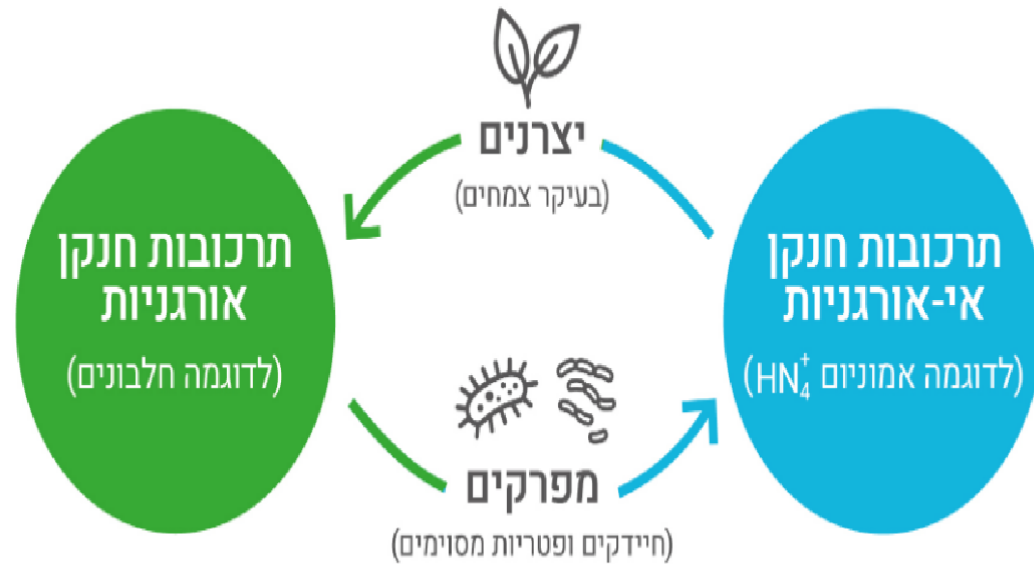
הצמחים מייצרים את התרכובות האלה משלד הפחמימות שנוצרו בתהליך הפוטוסינתזה ומתרכובות חנקן אי-אורגניות כמו אמוניום (NH_4^+) וניטראט (NO_3^-) שהם קולטים מהאדמה.

הצמחים נאכלים על ידי בעלי חיים צמחוניים, והחומרים האורגניים מתפרקים במערכת העיכול שלהם ליחידות המבנה, שמועברות לתאים ומנוצלות להרכבת חומרים הנחוצים לבניית התאים ולתפקודם. לדוגמה, מהחומצות האמיניות מתוצרי פירוק החלבונים – נבנים חלבונים חדשים בהתאם לצורכי התאים. תהליך דומה מתרחש בגופם של בעלי החיים הטורפים שניזונים מבעלי החיים הצמחוניים.

תרכובות החנקן האורגניות שבשרידי הצמחים ובעלי החיים המתים ובהפרשות בעלי החיים, מפורקות על ידי המפרקים. אחד התוצרים הוא אמוניה NH_3 שהיא תרכובת חנקן אי-אורגנית. בסביבה מימית האמוניה הופכת ליון אמוניום (NH_4^+) שזמין לצמחים.

לצמחים יש מקור נוסף לאמוניום – חיידקים קושרי חנקן שחיים בסימביוזה עם צמחים ממשפחות מסוימות (כגון הקטניות) או באופן עצמאי בקרקע (ראו פירוט בהמשך).

מחזור החנקן הוא מורכב מאוד, אבל באופן עקרוני מתקיים בו מחזור של חומרים אורגניים וחומרים אי-אורגניים ולהפך, כפי שקורה במחזור הפחמן ובמחזור החומרים בטבע באופן כללי.



תהליכים אבולוציוניים

● תהליכים אבולוציוניים משפיעים על שכיחות של תכונות המאפיינות את המין, ועל מגוון המינים.

● תיאוריית האבולוציה מתבססת על שלוש עובדות:

● א) (בכל אוכלוסייה קיימת **שונות**, שחלקה תורשתית .

● ב) (מספר **הצאצאים הנוצרים גדול** ממספר **הצאצאים השורדים** .

● ג) (קיים קשר בין **תכונות הפרט** לבין הסיכויים שלו **לשרוד ולהתרבות** בתנאי סביבה מסוימים .

● עם הזמן תעלה באוכלוסייה שכיחותם היחסית של פרטים בעלי תכונות המקנות להם יתרון.

הרכב אוכלוסיות מושפע גם מאירועים אקראיים

- אירועים אקראיים מתקיימים במקביל לתהליכי ברירה טבעית .
- השפעת אירועים אקראיים ומוטציות אקראיות גדולה במיוחד באוכלוסיות קטנות, ועשויה לגרום לעליה בשכיחות של תכונות שאין להן יתרון בסביבה .
- **היווצרות הבדלים** בין תת אוכלוסיות יכולה לגרום **להיווצרות מינים חדשים** , וכך לגרום להגדלה של מגוון המינים

דוגמה:

● עוף ים שגומא מרחקים גדולים באוקיינוס הגיע לאי מסוים שבו יש עצים רבים שהפרי שלהם כתום ועצים מעטים מאותו מין שהפרי שלהם צהוב . העוף אכל דווקא מעץ שהפרי שלו צהוב .

● לאחר זמן מה העוף מגיע לאי אחר, והזרעים שהופרשו בצואה שלו נובטים . באי מתפתחת אוכלוסיית עצים בעלי פירות צהובים השונה מן האוכלוסייה המקורית.

השפעת הברירה הטבעית על מגוון המינים

● תהליכי ברירה טבעית יכולים לגרום במשך הדורות גם **למין אחד** להתפצל ל**מינים** שונים .

● תהליך זה יכול לקרות אם נוצרות שתי אוכלוסיות (או יותר) של אותו המין שחיות בנישות אקולוגיות שונות .

● זהו אחד המנגנונים המסבירים את המגוון הביולוגי המוכר לנו, מאב קדמון משותף.

הפרושים של דרווין

דרווין מצא באיים מינים שונים של פרושים שנבדלים זה מזה בצורת המקור שלהם ובגודלו. קיימת התאמה בין מבנה המקור לסוג המזון של הציפור.



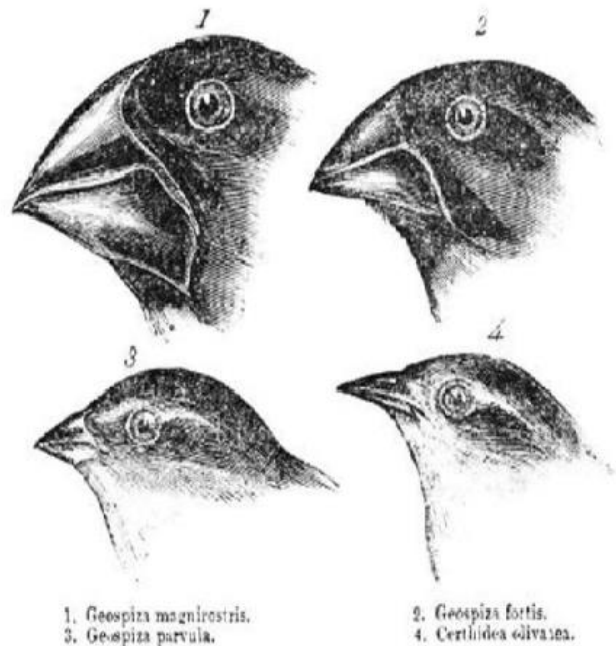
באיי הגלפגוס נפוצים שני טיפוסים עיקריים של מיני צבי ענק:



באיים הלחים יותר חיים מיני צבים בעלי קונכיית עגולות וצוואר קצר שניזונים מעשב.



באיים היבשים יותר חיים מיני צבים בעלי צוואר ארוך, מפתח צוואר גדול ו"גבעה" בשריון מעל לעורף.



בשני המקרים (הצבים והפרושים) מתוארת תופעה דומה:

- פרטים הגיעו מהיבשת ואכלסו איים מבודדים.
- במהלך הדורות התפתחו בכל אי אוכלוסיות ייחודיות המותאמות לתנאים השוררים בו, ושונות מהאוכלוסיות באיים האחרים.

איזה תהליך גרם לכך?

זאת בדיוק השאלה שדרווין שאל את עצמו...

תרשים מתוך ספרו של דרווין "מוצא המינים"

תשובה



באוכלוסייה המקורית של הצבים והפרושים ביבשת הייתה שונות גנטית, וכך היה גם בפרטים שהיגרו והתיישבו באיים.

בכל אי היה יתרון לפרטים בעלי תכונות מסוימות שהקנו להם התאמה לתנאים באי. פרטים אלה שרדו והתרבו יותר מאחרים.

כתוצאה מכך, בחלוף הדורות עלה באוכלוסייה שיעור הפרטים בעלי תכונות אלו. עם הצטברות השינויים הפכו חלק מהאוכלוסיות **למינים נפרדים** – ועל כך בשקופית הבאה.



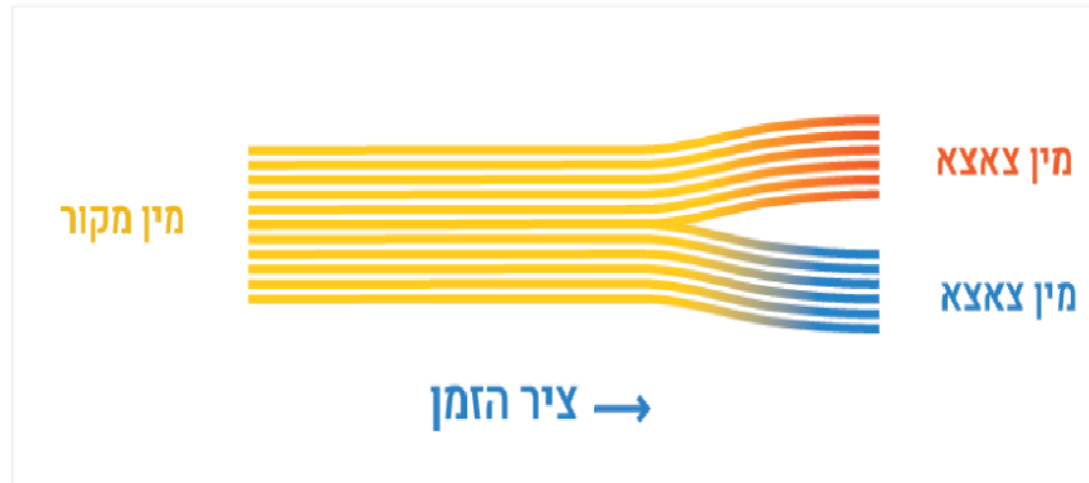
מה גורם להתפצלות מין למינים חדשים?

הגורם להתפצלות מין אחד לשני מינים חדשים הוא היווצרות **מחסום רבייתי** בין שתי אוכלוסיות של אותו המין, כלומר מחסום המונע מפרטים משתי האוכלוסיות להיפגש ולהתרבות. המחסום הרבייתי יכול להיגרם בגלל שתי סיבות עיקריות:

- הפרדה גיאוגרפית בשל מחסום בלתי עביר (כמו רכס הרים גבוה).
- היווצרות שוני במאפיינים של האוכלוסיות (כגון זמן הפעילות או מועד הרבייה).

בחלוף הדורות האוכלוסיות נעשות מותאמות יותר ויותר לתנאים בבית הגידול שלהן, והשוני ביניהן הולך וגדל. משלב כלשהו ייתכן שהשוני ימנע אפשרות של התרבות בין שני המינים - כלומר האוכלוסיות יהפכו לשני מינים נפרדים.

תהליך יצירת מינים חדשים מתאפשר בשל קיום שונות גנטית באוכלוסיות.





השפעת האדם על הסביבה

הוצאות והכנסות – האדם המודרני לעומת האדם הקדמון

ועכשיו...



גזים
19 טונות

גדל
פי 4

משאבים
89 טונות

הפרשות הגוף
61 טונות

גדל
פי 76

פסולת מוצקה
3 טונות

גדל
פי 30

גדל
פי 15

סה"כ הכנסות: 89
סה"כ הוצאות: 83

אז...



גזים
5.1 טונות

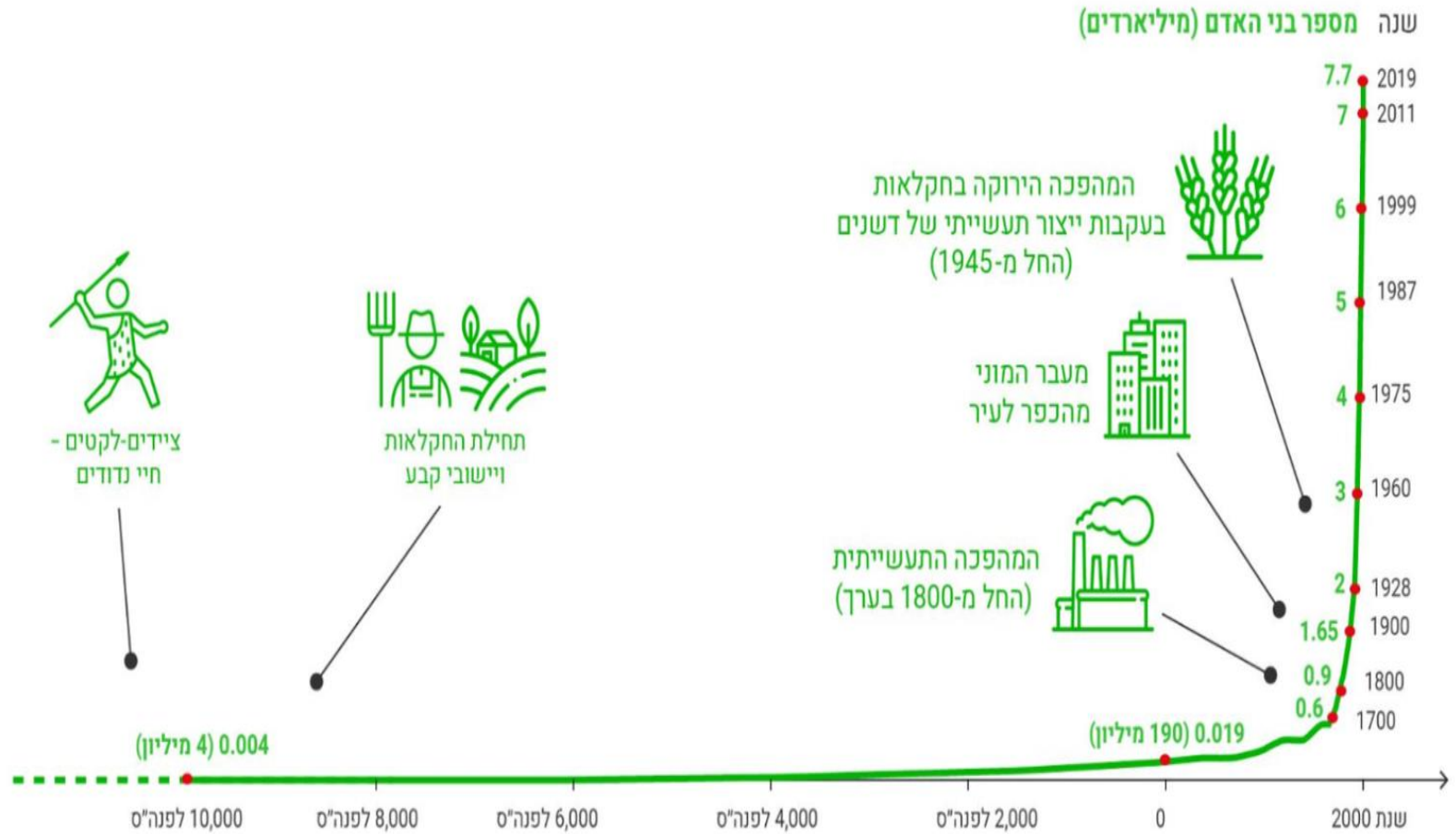
משאבים
6 טונות

הפרשות הגוף
0.8 טונות

פסולת מוצקה
0.1 טונות

סה"כ הכנסות: 6
סה"כ הוצאות: 6

ההבדל בגודל אוכלוסיית האדם



ההבדל בתוחלת החיים



תוחלת חיים ממוצעת:

66 שנה

(בישראל 82 שנה, באפריקה 45-50 שנה)



תוחלת חיים ממוצעת:

21-37 שנה

(הנתונים הם על פי הערכה של חוקרים)

השפעות האדם על הסביבה



השפעות האדם

התחממות כדור הארץ בגלל הגברה של פליטת גזי חממה



מתאן (CH₄)

פחמן דו-חמצני (CO₂)

המסת קרחונים ועליית גובה פני הים, אירועי מזג אוויר קיצוניים, מדבור

הצטברות פסולת וזיהום הסביבה שמקורה בעיקר ב:



חקלאות (הצטברות דשנים וחומרי הדברה)



תעשייה ותחנות כוח



משקי בית



פגיעה בבתי הגידול ובמגוון הביולוגי



בירוא יערות והסבתם לשטחי חקלאות ומגורים



הידלדלות מקורות מי השתייה



הידלדלות מקורות האנרגיה

השפעת האדם על הסביבה

פעילות לתועלת האדם

חקלאות
אינטנסיבית: גורם
מייצר מזון,
ותוצרים רבים
נוספים לרווחת
האדם

לדוגמה: שינוי
מועד פריחה,
השפעה על קצב
הטלת ביצים,
פיתוח זנים עתירי
יכול, פיתוח זנים
עמידים למזיקים.

תעשייה

בינוי



הכחדת מינים
וכניסת מינים
פולשים

הרס בתי גידול

זיהום ודלדול
משאבים

המחיר
הסביבתי



הכחדת מינים המונית

לסיפור של רומיאו יש אולי סוף טוב, אבל הוא משקף את המצב העגום של הכחדת המינים בטבע.

27% מכלל המינים בעולם נמצאים בסכנת הכחדה!

ביניהם:



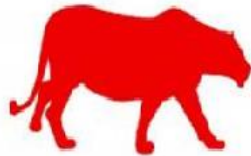
40%

ממיני
הדו-חיים



33%

משוניות
האלמוגים



25%

ממיני
היונקים



34%

ממיני העצים
המחטניים



14%

ממיני
הציפורים



31%

ממיני הכרישים
והבטאים



27%

ממיני
הסרטנים

הסיבות העיקריות להכחדה



ניצול יתר של משאבי הטבע

- דיג יתר.
- ציד חיות בר בשביל הבשר, העור, הפרווה, הקרניים או החטים.



זיהום האוויר, הקרקע ומקורות המים על ידי:

- עודפי דשנים וחומרי הדברה.
 - גזים שנפלטים מהתעשייה.
 - ביוב ושפכים תעשייתיים.
 - פלסטיק, קלקה, מתכות שונות ועוד.
- מקורות נוספים לזיהום הסביבה:

- **זיהום אור.**
- **זיהום רעש.**



מינים פולשים

- האדם ביטל מחסומים גיאוגרפיים (כמו אוקיינוסים) באמצעות כלי התחבורה המודרניים.
- כך, באופן מקרי או מכוון, מגיעים מינים זרים שגורמים לפגיעה באוכלוסיות המקומיות בגלל תחרות או טריפה או גרימת מחלות.
- לעיתים הם מתרבים באופן לא מבוקר כי אין להם טורף בבית החדש.



ההתחממות הגלובלית

- התחממות והתייבשות של בתי גידול.
- פגיעה במינים שאינם מותאמים לתנאים החדשים.
- התפשטות מינים שמותאמים לטמפרטורות גבוהות.



הרס בתי גידול וקיטועם

- בירוא יערות ושטחי בר אחרים לצורך חקלאות ובניית יישובים.
- קיטוע בתי גידול (לדוגמה על ידי כבישים) מבודד אוכלוסיות ומסכן את קיומן בגלל הקטנת המגוון הגנטי.

שיטה מכחילה – אחד המינים הפולשים המזיקים ביותר בישראל

האם שמתם לב כי בצידי דרכים בין-עירוניות בארץ יש "יערות" של שיטה מכחילה? השיטה המכחילה הובאה לארץ מאוסטרליה בשנות העשרים של המאה ה-20 לצורך עצירת חולות נודדים, ומאז התפשטה ברחבי הארץ.

לשיטה קצב גידול מהיר מאוד, היא מייצרת מספר עצום של זרעים ומתרבה במהירות. היא גדלה לגובה, מצלה על צמחים אחרים ומשתלטת על בית הגידול. השתלטות השיטה גורמת לירידה חדה במגוון מיני הצמחים ובעלי החיים בבית הגידול.

מיגור הפלישה של השיטה המכחילה בישראל הוא משימה קשה מאוד. כריתה ושריפה אינן מועילות למיגור הפלישה אלא דווקא תורמות להתחדשותה. הקרן הקיימת לישראל משקיעה מאמצים רבים במיגור הפלישה, כולל עקירה של אלפי עצי שיטה מדי שנה, אך התוצאות רחוקות מלהשביע רצון.



שיטה מכחילה – סיפור על השפעה של מין פולש



שיטה מכחילה גרמה ל:

התפשטות מהירה בגלל קצב גידול וריבוי גבוה, ויכולת התחדשות מגזעים כרותים

הצללה על מיני צמחים מקומיים. תחרות על משאבים נוספים מלבד אור

דחיקה תחרותית של מיני הצמחים המקומיים

תמותה של מיני בעלי חיים הניזונים מהצמחים המקומיים, ירידה במגוון המינים.

דרכים
להקטנת
המחיר
הסביבתי

בחקלאות:
הדברה
ביולוגית

בבינוי
ותעשייה:
פיתוח בר-
קיימא

צמצום
צריכת
משאבים.

חקיקה
סביבתית

חינוך
והסברה.



פיתוח בר-קיימא:
פיתוח העונה על צרכי ההווה,
מבלי לפגוע ביכולת הדורות הבאים
לענות על צרכיהם



ועדת ברונסלנד 1987



פיתוח בר-קיימה (Sustainable Development)



וקיימות (Sustainability)



קיימות

היכולת של המערכות האקולוגיות והמשאבים התומכים בקיום האדם להתקיים לאורך זמן.

פיתוח בר-קיימה

פיתוח המספק את צורכי ההווה ללא סיכון יכולותיהם של הדורות הבאים לספק את הצרכים שלהם (על פי דוח ועדת ברונטלנד של האו"ם משנת 1987).

קיימות היא חתירה לעולם שבו יש איזון בין צורכי האדם לטבע ולסביבה. כלומר, ניצול משאבי הטבע לא יפגע ביכולתם להתחדש. זה יושג בראש ובראשונה על ידי מעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות (כמו שמש, רוח, בIODלק) וצמצום התלות בנפט, בפחם ובגז טבעי.

חמשת ה-R

חמשת ה-R הם חמישה עקרונות שיכולים לסייע בניהול אורח חיים בר-קיימה.



- Refuse סירוב
- Reduce הפחתה
- Reuse שימוש חוזר
- Repair תיקון
- Recycle מיחזור

מה אפשר לעשות?



ניצול יתר של משאבי הטבע



זיהום האוויר, הקרקע, ומקורות המים



מינים פולשים



ההתחממות הגלובלית



הרס בתי גידול וקיטועם

- ניצול מבוקר של משאבי הטבע בקצב שאינו עולה על קצב התחדשותם.

- באמצעות:**
- מיחזור פסולת אורגנית ויצירת קומפוסט.
 - דישון בקומפוסט במקום בדשן כימי.
 - הדברה ביולוגית במקום כימית.
 - הקטנת השימוש בחומרים מלאכותיים שאינם מתפרקים.

- נקיטת אמצעים למניעת העברה של מינים.
- בדיקה יסודית שאורגניזמים שבהם משתמשים להדברה ביולוגית אינם גורמים נזק.

- שימוש במקורות אנרגיה מתחדשת כמו רוח, שמש וביודלק במקום נפט וגז.
- הקטנת הצריכה.
- צמצום אכילת בשר.

- שמורות טבע ומסדרונות אקולוגיים.
- הקמת אוספים וגרעיני רבייה לצורך השבה לטבע.

כל הנ"ל יתאפשר באמצעות:



אמנות ושיתוף פעולה בין-לאומי



לחץ על הרשויות לשינוי חקיקה



חינוך, מעורבות של הקהילה, אקטיביזם

שאלה

מטיילים בשמורת הטבע של איי גלפגוס נדרשים לשטוף את סוליות נעליהם לפני שהם עולים על ספינה המסיעה אותם מאי אחד לאי אחר. הדבר נעשה כדי למנוע:

- א. הכנסה של גורמי מחלות לספינה
- ב. התפתחות מינים ייחודיים לאזור חדשים
- ג. שינוי מגוון המינים הטבעי באיים
- ד. שינוי בהרכב המינרלים באיים

תשובה:

משפט ג – 'באמצעות סוליות הנעליים עלולים להגיע מינים פולשים (חרקים, ביצים של חרקים או יצורים מיקרוסקופיים שונים).

אפקט החממה וההתחממות הגלובלית

טענה מקובלת בעולם המדעי היא שהעלייה בריכוז ה- CO_2 גורמת להתחממות הגלובלית. CO_2 הוא גז חממה (גז חממה הוא גז הבולע או מחזיר קרינת חום הנפלטת מכדור הארץ, וכך נמנעת התפזרות החום לחלל). לכן העלייה בריכוז גורמת להתגברות אפקט החממה ולעלייה בטמפרטורת כדור הארץ. לא רק ריכוז ה- CO_2 הולך ועולה, אלא גם ריכוזם של גזי חממה נוספים כמו מתאן (CH_4), שהוא גז חממה חזק הרבה יותר מפחמן דו-חמצני. המתאן נפלט ממטמנות אשפה מפירוק אנאירובי של שאריות אורגניות; גם פרות וכבשים פולטים מתאן.



חשוב לציין: אפקט החממה הוא תהליך טבעי שמאפשר טמפרטורה נוחה לקיום חיים על פני כדור הארץ. אם גזי החממה לא היו לוכדים את החום, כדור הארץ היה הופך למדבר קרח ולא היו יכולים להתקיים בו חיים. אך העלייה הגדולה בריכוז גזי החממה גורמת להתחממות יתר של כדור הארץ.

השפעות ההתחממות הגלובלית

להתחממות הגלובלית יש השפעות לא רצויות כגון הפשרת קרחונים, עלייה בגובה פני הים, אירועי מזג אוויר קיצוניים והרחבת שטחי המדבר, וצפוי שהן ילכו ויתעצמו. על פי מחקר שהתפרסם לאחרונה, עד סוף המאה הנוכחית גובה פני הים צפוי לעלות בשני מטרים בערך. כתוצאה מכך, 187 מיליון בני אדם החיים בקרבת החופים, ובכלל זה תושבי ניו יורק, לונדון וריו דה ז'נרו, עלולים להיעקר מבתיהם בשל הצפות. אקולוגים חוששים ששינויים אלה עלולים לאיים על קיום האנושות ועל המערכת האקולוגית כולה.



שאלה

בימינו כורתים משטחים נרחבים של יערות עד בברזיל.
איזה הנזק עלול להיגרם לביוספרה בעקבות זאת ?

א. עלייה בריכוז ה- CO_2 באוויר .

ב. עלייה בריכוז החמצן באוויר .

ג. ירידה בריכוז החנקן באוויר .

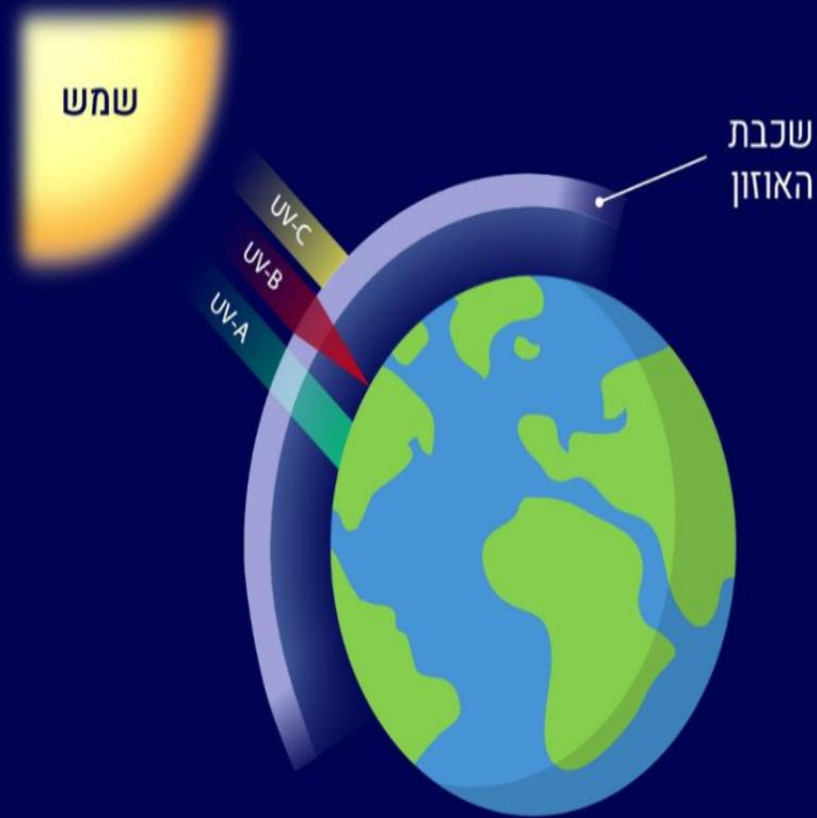
ד. ירידה בריכוז המימן באוויר .

א



Bradley/shutterstock.com/asap
creativ

אפשר להצליח: הסיפור האופטימי על סגירת החור באוזון

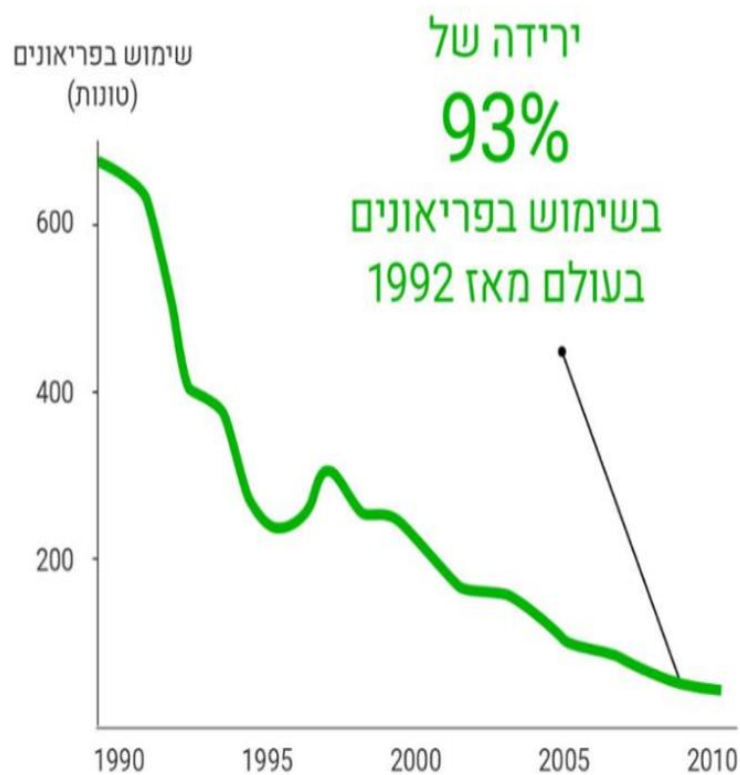


שכבת האוזון (O_3) היא שכבה באטמוספירה באזורים שבין 15-35 ק"מ מעל פני הקרקע. שכבת האוזון קריטית לגבי קיום החיים על פני כדור הארץ, מכיוון שהיא בולעת חלק מקרינת ה-UV המזיקה, ובכך מוקטנת כמות הקרינה המגיעה לפני כדור הארץ.

קרינת UV גורמת למוטציות ולכן פוגעת באדם, בבעלי חיים ובצמחים.

במחצית השנייה של המאה ה-20, התגלה חור גדול בשכבת האוזון, בעיקר מעל אנטרקטיקה.

אפשר להצליח: הסיפור האופטימי על סגירת החור באוזון



החור נוצר בעיקר בגלל הרס האוזון על ידי גזים מעשה ידי אדם, ובעיקר פריאונים (Chloro Fluoro Carbons) ובקיצור CFC) שנהגו להשתמש בהם לייצור קצף לרהיטים ובניין, תרסיסים שונים, ונוזלי קירור למזגנים ומקררים.

בשנת 1987, בעקבות מסע ציבורי נרחב, חתמו מדינות העולם על אמנת מונטריאול שאסרה על השימוש ב-CFC.

החור באוזון הולך ומצטמצם, והחוקרים מעריכים שהוא ייסגר לחלוטין עד שנת 2060.

הסיפור הזה מוכיח שאם העולם מתייצב יחדיו, אפשר לפתור בעיות סביבתיות.

החקלאות: סוג של מעורבות האדם בטבע

- לנוכח העלייה התלולה במספר בני האדם בעולם והצורך לספק להם מזון, יש צורך בנקיטת פעולות **להגדלת הייצור החקלאי**.

❖ דישון

❖ הדברה כימית וביולוגית

❖ פיתוח זנים עתירי יבול ועמידים למזיקים

❖ שימוש במים להשקיה

❖ שימוש בתאורה מלאכותית להשפעה על תהליכים ביולוגיים

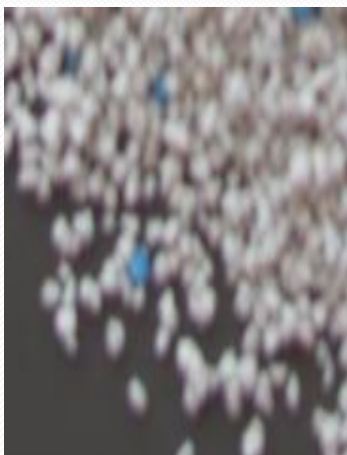
דישון: מעורבות האדם במחזור החומרים בטבע

- דישון הוא הוספת חומרי הזנה לקרקע: חומרים אנאורגניים מסיסים במים או חומרים אורגניים.
- הדישון גורם **להגדלת היבול**.
- עלייה בכמות היבול היא צורך חיוני לנוכח גידול הדרישה למזון בעקבות העלייה הגדולה במספר תושבי כדור הארץ.
- ואולם בצד התועלת הרבה, בשימוש בדשנים יש גם **נזק**.
- עודפי דשנים אנאורגניים נשטפים **למי התהום** ולמאגרי מים אחרים (המנוצלים כמי שתייה), עקב כך **נפגעת איכות המים** ונגרם נזק **לבריאות האדם**.
- במקרים רבים גם תהליך **ייצור** הדשנים **אינו ידידותי** לסביבה.

הדשנים הם:



גרגרי דשן



תכולה מדויקת
26% חנקן (N)
2% זרחן (P_2O_5)
13% אשלגן (K_2O)
2% ברזל (Fe)
7% גפרית (S)

מדוע יש צורך בדישון בשדות חקלאיים?

שאלה - מדוע בטבע צמחים גדלים ומשגשגים בלא צורך בדישון ואילו בשדות חקלאיים יש צורך בו?

תשובה:

בשדה טבעי הצמחים מתים בשדה .

החומרים האורגניים המרכיבים אותם מפורקים על ידי המפרקים בקרקע (חיידקים ופטריות) (לחומרים אנאורגניים). בשדה חקלאי האדם מוציא את היבול והצמחים אינם מתים בשדה .

לפיכך נמנע שלב הפירוק וכמות החומרים האנאורגניים בקרקע הולכת ויורדת, ולכן יש צורך בתוספת דשנים.



דרכים להקטנת נזקי הדישון

אחת הדרכים למנוע את זיהום הסביבה על ידי דשנים, היא להשתמש **בזבל אורגני** (זבל שמכיל תרכובות אורגניות שמקורן **בשרידים ובהפרשות** של בעלי חיים וצמחים) **ובקומפוסט**.

- **קומפוסט** הוא זבל אורגני המיוצר מפסולת אורגנית כגון אשפה ביתית, הפרשות בעלי חיים ושאריות של גידולים חקלאיים, העוברים **פירוק חלקי** בעזרת **מיקרואורגניזמים** (חיידקים ופטריות).
- החומרים האורגניים שבזבל **אינם כה מסיסים** כמו חומרי הדשן האנאורגני, ולכן **אינם נשטפים למי התהום ולאגמים**.
- הם עוברים פירוק אטי על ידי המפרקים, לחומרים אנאורגניים, הניתנים לניצול על ידי הצמחים בשדה.



קומפוסטר ביתי:
מְקַל שבו שמים
שרידי אשפה
אורגנית ביתית



האשפה מתפרקת פירוק חלקי בתוך
הקומפוסטר
והופכת לקומפוסט

שאלה

אקולוגים ממליצים להשתמש בפסולת אורגנית שהצטברה בבית (לדוגמה, קליפות של פירות וירקות) לשם דישון הגינה הביתית. הסבירו כיצד הצמחים יכולים לנצל את החנקן שבפסולת האורגנית הביתית.

תשובה:

בפסולת האורגנית יש **תרכובות אורגניות** המכילות **חנקן כגון חלבונים וחומצות גרעין** (DNA) ו-RNA). החומרים האלה מפורקים על ידי **המפרקים** הנמצאים בקרקע לתרכובות **חנקן אנאורגניות** כגון אמוניה (NH_3), הזמינות **לניצול על ידי הצמחים**.

הדברה כימית והדברה ביולוגית

הדברה היא **פגיעה במזיקים לחקלאות** כגון: צמחים, פטריות ובעלי חיים.

יש שתי שיטות הדברה עיקריות:

הדברה כימית

פגיעה במזיקים בעזרת חומר כימי, שהיא השיטה הנפוצה ביותר.

הדברה ביולוגית

הדברת המזיקים בעזרת אויב טבעי שלהם, שהוא טפיל של האורגניזם המזיק (או גורם לו מחלה, (טורף שלו או מתחרה שלו).
דוגמאות:



אוריה שחק ©

שימוש בתנשמות להדברת
מכרסמים



©Shutterstock.com/ Joseph

החיפושית מושית השבע
(פרת משה רבנו (מדבירה
כנימות



©Shutterstock.com/ Matthijs

שימוש בזבוב טורף להדברת
זבובים המזיקים לחקלאות

הדברה

בניגוד לשדה הבר, שמתאפיין במגוון מינים, בשדה החקלאי יש בעיקר גידול אחד (מונוקולטורה). כתוצאה מכך מתרבים באופן בלתי מבוקר חרקים ויצורים אחרים שניזונים מהגידולים או טפילים שגורמים למחלות של הצמחים. שיטת ההדברה העיקרית כיום בחקלאות היא **הדברה כימית** באמצעות רעלים שמפזרים בשדות.

ההדברה הכימית גורמת לנזקים למערכת האקולוגית מכיוון שחומרי ההדברה פוגעים גם בבעלי חיים שאינם מזיקים. לעיתים נפגעים בעקיפין גם בעלי חיים שניזונים מבעלי החיים המורעלים בתהליך שנקרא **הרעלה משנית**. כמו הדשנים, גם העודפים של חומרי ההדברה נשטפים ומזהמים את הסביבה.

הדברה ביולוגית: הדברה ביולוגית היא חלופה פחות מזיקה לסביבה בהשוואה להדברה הכימית. לרוב היא מבוססת על שימוש באורגניזם שהוא האויב הטבעי (טורף או טפיל) של המזיק. ידועים מקרים שבהם ההדברה הביולוגית מצליחה מאוד ומשמשת חלופה טובה להדברה הכימית. עם זאת, לפני שמתמשים בה רצוי לערוך מחקרים כדי לוודא שהמין החדש שהוכנס לא יהפוך למין פולש ולמזיק בפני עצמו. במקרים רבים לא נמצא מדביר ביולוגי מתאים, או שעלות השימוש בו היא גבוהה מאוד, וחקלאים לא משתמשים בו.

- צמחים זקוקים למים לשם גידולם .
- מכיוון שכמות המים היא גורם מגביל במקומות רבים, במיוחד בישראל, בנקטות דרכים לצמצום ניצול יתר של המים ולניהול מושכל של משק המים, ובהן:
- א. שיטת ההשקיה **בטפטפות**, שפותחה בישראל, מקטינה את צריכת המים לעומת ההשקיה במטרות.
- ב. שימוש **במי קולחין** להשקיית גידולים חקלאיים שאינם משמשים למזון כגון כותנה . שימוש במי הקולחין מחזיר מים למחזור המים המקומי.
- ג. שימוש **במים מליחים** להשקיית גידולים העמידים לתנאי מליחות כמו עגבניות.

מים שפירים

מים שאיכותם טובה והם **ראויים לשתיה** ולכל שימוש אחר.

מי קולחין

מי שפכים שעברו טיהור ואפשר להשתמש בהם להשקיית **גידולים חקלאיים ולתעשייה**.

מים מליחים

מים שרמת **המליחות** בהם **גבוהה** מרמת המלחים במים מתוקים, אך נמוכה מרמת המלחים במי ים . אפשר להשתמש במים המליחים במקרים כלשהם **בתעשייה ובחקלאות**. בישראל יש כמות גדולה של מים מליחים במי תהום. אפשר להשתמש במים המליחים כמות שהם או להתפיל אותם.

דלדול משאבי המים - בשימוש במים בחקלאות

מים – אחד המשאבים העיקריים שצורכת החקלאות הם המים. כ-60% מהמים במדינת ישראל מופנים לחקלאות. מצוקת המים בישראל הייתה זרז מרכזי לפיתוח מומחיות בתחום מחזור המים. **מי ביוב (נקראים גם מי שופכין)** שזורמים ממשקי הבית מוזרמים למכוני טיהור שבהם מטהרים את המים באופן חלקי באמצעות תהליכים של סינון, שיקוע ופירוק ביולוגי. התוצר הוא **מי קולחין** – מים מטוהרים חלקית שאינם מתאימים לשתייה (להבדיל מ**מים שפירים***, הראויים לשתייה), אך שניתן לנצלם בחקלאות ובתעשייה. מקור מים נוסף לחלק מהגידולים הוא **מים מליחים** – מים שרמת המלחים בהם גבוהה מרמת המלחים במים מתוקים, אך נמוכה מרמת המלחים במי ים. בישראל יש כמות גדולה של מים מליחים במי התהום. נוסף על כך, פותחו מערכות לאיסוף מי נגר עילי הזורמים על הקרקע בעקבות הגשמים. יש לציין כי ישראל היא חלוצה בפיתוח שיטות השקיה יעילות וחסכניות במים, כמו השקיה באמצעות **טפטפות**, שבה מים מוזרמים רק לסביבתו הקרובה של הצמח ולא לשדה כולו, מה שמצמצם את כמות המים הדרושים להשקיה. שיטה זו אומצה על ידי חקלאים ברחבי העולם.

***מים שפירים** הם מים באיכות טובה הראויים לשתייה. מקור המים השפירים בישראל הוא מי התהום, מים ממקווי מים מתוקים כמו הכינרת, ומים מותפלים שהם התוצר של התפלת מי ים.



בִּרְכוֹת לְטִיפּוֹל בְּמִי קוֹלְחִין, שְׁלֹאֲחַר מִכֵּן מִשְׁמֵשִׁים לְחִקְלָאוֹת, עֵמֶק יִזְרְעָאֵל .

מעורבות האדם בטבע מעוררת בעיות ודילמות חברתיות ואתיות.

● דילמות הקשורות לשמירת הסביבה :

● שימור לעומת פיתוח

● עלות תועלת מול שיקולים אתיים

● כביש חוצה ישראל, תחנות להפקת חשמל לאורך חופי הים.

מה אפשר לעשות?



השפעות האדם

התחממות כדור הארץ בגלל הגברה של פליטת גזי חממה



מתאן (CH₄) פחמן דו-חמצני (CO₂)

- צמצום התלות בנפט, בפחם ובגז טבעי
- מעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות (כמו שמש, רוח, ביודלק)
- צמצום אכילת בשר

הצטברות פסולת וזיהום הסביבה שמקורה בעיקר ב:



חקלאות תעשייה ותחנות כוח משקי בית

- הפחתת צריכה
- מיחזור שימוש חוזר
- הקטנת השימוש בחומרי הדברה
- הדברה ביולוגית במקום הדברה כימית
- שימוש בקומפוסט במקום דשנים

דלדול משאבי טבע



מגוון ביולוגי שטחי טבע פתוחים מי השתייה מקורות האנרגיה

- שמורות טבע*
- מסדרונות אקולוגיים
- הגנה על השטחים הפתוחים
- מניעת פלישת מינים*
- חיסכון במים
- מיחזור מים
- מעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות