

קידום נוער תוכנית היל"ה השכלת יסוד ולימודי השלמה

מדריך למורה במקצוע

מדעים – מדעי כדור הארץ

תוכנית לימודים למסלול

10-12 שנות לימוד

כתיבה ארגון ועריכה: אילת כ"ץ

2019 - תש"ף

הקדמה

מדעי כדור הארץ

מדעי כדור הארץ הוא ענף במדעי הטבע העוסק בכדור הארץ ויש הרואים בו כמקרה מיוחד של מדעים פלנטריים, מאחר שכדור הארץ הוא כוכב הלכת היחיד הידוע כיום לאנושות עליו מתקיימים חיים. הדיסיפלינה הרשמית של מדעי כדור הארץ כוללת את חקר האטמוספירה, ההידרוספירה, הביוספירה האוקיינוסים וכמו כן את כדור הארץ כגוף מוצק. מדעי כדור הארץ משתמשים בכלי מחקר מפיזיקה, כימיה, ביולוגיה, כרונולוגיה ומתמטיקה כדי לאפשר הבנה כוללת של פעולת כדור הארץ כמערכת וכיצד התפתח לצורתו המוכרת לנו כיום.



תוכן עניינים

עמודים	נושא
4-7	הקדמה, הנחיות ומטרות התוכנית
8-32	נושא 1- התחממות כדור הארץ- מידע ופעילויות
33-36	אוריינית מדעית בנושא התחממות כדור הארץ
37-50	כתבות בנושא התחממות כדור הארץ
51-86	נושא 2- טביעת רגל אקולוגית

הקדמה והנחיות למורים המלמדים מדעים בהיל"ה

זוהי לנו התנסות ראשונה בהכנסת תוכנית לימודים במדעים למסלולי 10-12 שנות לימוד באופן המוצג לפניכם.

המסרים שאנו רוצים להעביר ללומדים מדעים

- כאשר לומדים מדעים, תפיסת העולם וההבנה שלנו את העולם משתנה. הלימוד מאפשר לנו להבין את העקרונות והתהליכים המרחשים סביבנו.
- לימודי המדעים מעניקים את היכולת להבין את העולם בחיי היום יום, באופן בו מתגלה תמונת עולם מרגשת ושלמה יותר.
- לימודי המדעים מסייעים ומפתחים כישורי חשיבה.
- תדמית מקצוע מדעים נתפסת כמקצוע שקשה ללמוד אותו, אך אין צורך להיות איינשטיין כדי ללמוד מדעים. גם הלומדים שלנו בהיל"ה יכולים!!!
- לימוד מדעים מהווה האתגר שניתן להתמודד איתו. ואין חוויית הצלחה טובה יותר מהתמודדות עם אתגרים.

אופן יישום חינוך להבנה. בהוראת מדעים אנו חייבים להנחיל את המקצוע

בהוראה לשם הבנה. מהי הבנה?

הבנה היא לחשוב עם ידע שבאה לידי ביטוי בביצועי הבנה כמו: להציג ידע, לבטא ידע במילים שלך, להסביר ידע, להמציא פרשנות לידע, לייצג ידע בצורה חדשה לתאר נקודות מבט שונות על הידע, לפרק ולהרכיב ידע, להשוות ידע להביא דוגמאות, לחזות תוצאות והשלכות של ידע, להצדיק ולנמק ידע לשאול שאלות על הידע, לפתח חשיבה ביקורתית.

תפקיד המורה הוא בהנחלת ומתן כלים המסייעים בעידוד והעמקה החשיבה על לעודד ולאפשר לתלמידים לשאול שאלות מעוררות חשיבה, מעוררות סקרנות, מעוררות דיון ושיח, גורמות לערעור ומעוררת ביקורת.

לב לימודי המדעים היא שאילת שאלות, התבוננות, ניסוי וטעייה, הנחת הנחות והסקת מסקנות.

אתה לא יכול ללמד אדם שום דבר. אתה רק יכול לעזור לו למצוא את זה בתוך עצמו. גלילאו

מבנה התוכנית ומטרותיה

- תוכנית הלימודים במדעים היא בת 60 שעות
- תוכנית הלימודים במקצוע מדעים מיועדת ללומדים במסלולי 10-12 שנות לימוד. התוכנית מאושרת למקצוע בחירה מחייבת במסלול 12. ניתן ללמוד את המקצוע במסלול 10 ולקבל קרדיטציה ל-12 – בחירה מחייבת.
- סילבוס תוכנית הלימודים נבנה ובהתאם ובהלימה לתוכניות הלימוד במדעים במשרד החינוך.
- **שעות המוקצות לתוכנית הלימודים: 60 שעות מחולקות ל-15-12 שעות לכל תחום + 10-12 שעות להקדמה ולסיום.**
- תוכנית הלימודים מורכבת מחמישה תחומי חיים/ פרקים:
- **כימיה, פיסיקה, מדעי החיים, מדעי כדור הארץ, טכנולוגיה ומדע.**
- **על המורה לבחור וללמד למבחן שלושה תחומים/פרקים מתוך ארבעה שהם: כימיה, פיסיקה, מדעי החיים, מדעי כדור הארץ**
- **ללמידה להערכה חלופית – ציון פנימי המהווה 30 נקודות יש לבחור תחום/פרק בטכנולוגיה ומדע/ או כל תחום/פרק שתבחרו יחד עם התלמידים.**
- תחום/פרק נבחרו מספר נושאים חשובים רלוונטיים ועדכניים, הנמצאים על סדר היום העולמי.
- ניתן להתחיל ללמד מכל אחד מהתחומים/מהפרקים, אין סדר מסוים.
- **אופן הערכת מקצוע מדעים: הערכה מורכבת: ממבחן והערכה חלופית.**
- המבחן מהווה 70 נקודות, הערכה החלופית מהווה 30 נקודות.
- ניתן להיבחן במדעים לאורך כל השנה.
- לרשות המורים אתר היל"ה/מתנ"סים בו נמצאים:
- מדריכים למורה, חומרי לימוד מלווים, מבנה ודגם מבחן ועוד..

מטרות התוכנית

- פתיחת דלת לעולם המדע באמצעות נושאים המצויים סביבנו ורלוונטיים לחיי היום יום.
- הרחבת ההשכלה הכללית של הלומד, על מנת שיוכל להבין תהליכים מחיי היום יום המושתתים על עקרונות מדעיים.
- פיתוח ידע והבנת מושגים מדעיים מחיי היום יום.

- פיתוח כשרים ומיומנויות מדעיות כגון העלאת השערות ניתוח תופעות הסקת מסקנות.

- חווית הצלחה וגאווה על התמודדות עם מקצוע מדעי.

תבנית הוראת התחומים/ הפרקים:

- פתיחה לתחום, מהו? הביטוי של התחום בחיינו.
- לימוד העקרונות והמושגים העיקריים בתחום.
- העמקה בידע תוכן במספר נושאים בתחום.
- שימוש באסטרטגיות ומיומנויות המאה ה-21
- סוגיות של ערכים ועמדות בנושאים הנלמדים.

סילבוס – מדעי כדור הארץ – 10-15 שעות

נושא	פירוט	מושגים עיקריים
נושא בחירה 1- שינויי אקלים בעולם התחממות גלובלית	מהם הגורמים להתחממות, מהן ההשלכות, מהם פתרונות ודרכי התמודדות	זיהום אוויר אפקט החממה גזי חממה - CO ₂ O ₃ CO Ch ₄ ערפיח גשם חומצי
נושא בחירה 2- טביעת רגל אקולוגית.	מהי קיימות מהי טביעת רגל אקולוגית מהם משאסים מתכלים ומתחדשים ניצול יתר, כושר נשיאה	טביעת רגל אקולוגית משאבים מתכלים משאבים מתחדשים ניצול יתר כושר נשיאה קיימות – פיתוח בר קיימא

המלצות להוראה למידה

עליך לבחור באחד משני נושאי הבחירה הרשומים בטבלה

1. למד פתיח כללי לתחום הגיאוגרפיה.
 2. חפש פתיח מעניין רלוונטי שקשור לחיי התלמידים לנושא שבחרת ללמד.
 3. רצוי להתחיל במשהו ויזואלי- סרטון תמונה
 4. חשוב ללמד טקסטים לא מילוליים.
1. לפתוח כל נושא במליאה משותפת – תוך חיבור לחיי הלומדים

2. פעילות ומעורבות של הלומדים בעזרת טקסטים בו יוכל כל לומד להיות עצמאי ולהתקדם בקצב שלו
3. סיום משותף במליאה.

מבנה מבחן במדעים ל-12-10 מסלולי לימוד

משך הבחינה: שעתיים.

מבנה השאלון ומפתח הערכה

בשאלון זה ארבעה פרקים מתחומי הדעת הבאים:

מדעי כדור הארץ, פיסיקה, מדעי החיים, כימיה.

ענה על שאלות משלושה פרקים מתוך ארבעה.

בכל פרק העוסק בתחום ידע מדעי שונה. תהיינה שאלות מסוג:

1- **שאלת מושגים** = 10 נקודות (בחירה של 2 מבין 3 מושגים)

2- **שאלת אוריינית מדעית/קטע/שאלות** מהתחום = 13 נקודות

יוצג קטע הקשור לתחום הידע ולאחריו יש לענות על השאלות/סעיפים.

1 נקודה הערכה כללית

נושא 1- התחממות כדור הארץ- אוויר ואיכות הסביבה

מטרות:

1. היכרות עם המושגים: אוויר, אטמוספירה- מבנה ותפקיד (באופן שטחי)
 2. גורמי זיהום האוויר: הטבעיים ומעשה ידי אדם המזהמים והשפעתם
 3. אפקט החממה- ההתחממות הגלובלית, ערפיח, גשם חומצי.
 4. דרכי התמודדות/פתרונות עם זיהום אוויר.
- האוויר הוא היחיד בסביבת החיים שלנו, שמקיף ונוגע בכל בעל חיים ובכל צמח באופן רצוף וללא שום הפסקה, שנכנס אל גופו בכל רגע נתון והופך להיות חלק בלתי נפרד ממנו. מעטפת האוויר על פני כדור הארץ אמנם שקופה וכמעט שלא מורגשת אך כמו המים גם היא יוצרת את אחד התנאים החשובים שמאפשרים את התפתחות החי והצומח על פני כדור הארץ ובלעדיה החיים אינם בגדר האפשר.

• מהו אוויר?

• כמה זמן ניתן להיות ללא אוויר?

בואו נערוך ניסוי: המורה ייתן הוראה: עצרו את נשימתם בו זמנית. כל מי שמרגיש שאינו יכול יותר ירים יד ויחל לנשום.

• נמדוד, כמה זמן הצלחת לצרור נשימה?

אנחנו יכולים לחיות תקופה ללא אוכל, יכולים לחיות מספר שעות ללא מים, אך איננו יכולים לחיות ללא אוויר! הנזק שנגרם לאדם שנותר ללא אוויר מספר דקות מועט (5 דקות) הוא בלתי הפיך!!!

• כמה כוסות מים אתה שותה ביום? האם נתון זה ניתן למדידה?

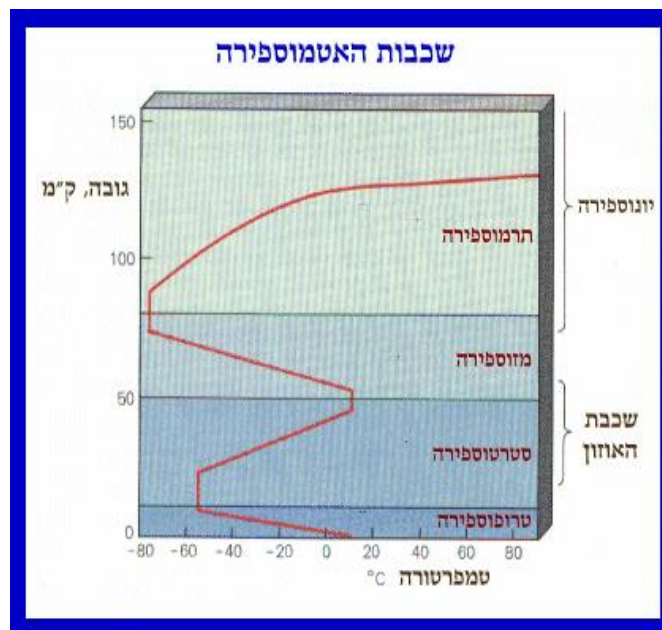
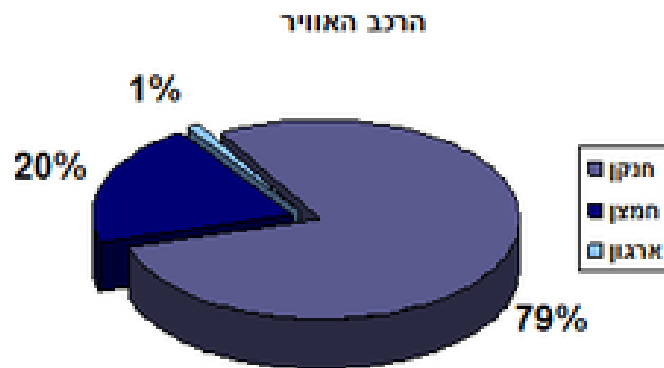
• כמה אוויר אתה שאף? האם ניתן למדוד זאת?

אדם שואף במשך היום
כ-500 ליטר אוויר,

בכל ליטר יש 4 כוסות,
כלומר אדם שואף בכל
יום 2000 כוסות אוויר.

האטמוספירה- מבנה, הרכב ותפקיד

האטמוספירה היא מעטפת אוויר המורכבת מתערובת גזים המקיפה את כדור הארץ וחוצצת בינינו לבין החלל. פירוש השם: אטמוס = אוויר ספירה = כדור. האטמוספירה מגינה עלינו כמו שמיכת פוך. היא שומרת על הטמפרטורה, ומונעת כניסת מטאורים הנשרפים בכניסתם לתוכה. גובהה כ- 1000 ק"מ, אך כבר מגובה 500 ק"מ היא הולכת ומתפוגגת. לאט לאט נעלמת. הרכב הגזים באטמוספירה הוא: חנקן 78% חמצן 21% והאחוז הנוסף, הם גזים הנמצאים בכמויות קטנות כמו: הליום, אוזון, דו תחמוצת הפחמן ואדי מים. הרכב מדויק: 78.084% חנקן 20.948% חמצן 0.934% ארגון 0.0314% פחמן דו-חמצני וכמות מזערית של הגזים הבאים: מימן, מתאן, פחמן חד-חמצני, חנקן חמצני חנקן דו-חמצני, אמוניה, גפרית דו-חמצנית יוד, אוזון, גזים אצילים- נאון, הליום, קריפטון קסנון.



השכבה התחתונה של האטמוספירה, שבה אנו חיים נקראת **טרופוספירה**, בשכבה זו מתרחשים כל התהליכים האקלימיים, נוצרים כל סוגי העננים, כי רק בה יש אדי מים, והשפעת הים והיבשה.

פירוש השם טרופוס = התערבלות, ואכן שכבה זו מאופיינת החוסר יציבות האוויר מבחינת מזג האוויר. גובהה באזור המשווה 16 ק"מ, ובאזור הקטבים 8 ק"מ.

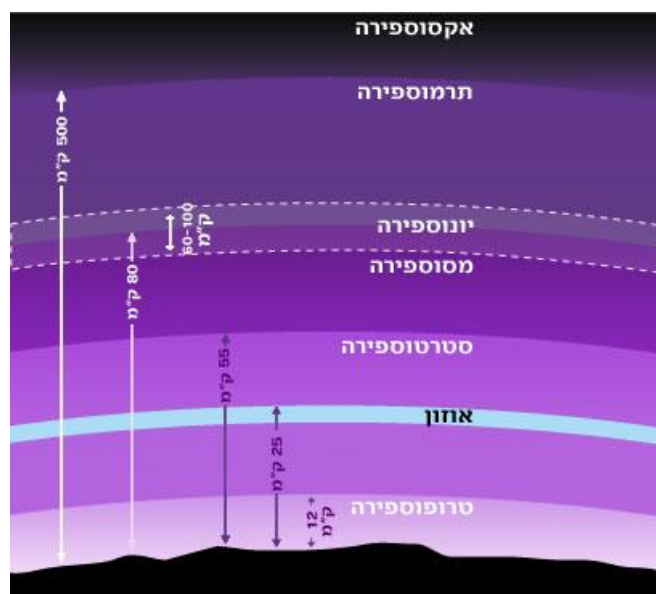
בשכבה השנייה המכונה **סטרטוספירה**, האוויר יציב ויבש, אין אדי מים, אין תופעות מזג אוויר, ולכן היא מנוצלת לטיסות- כמעט ללא הפרעות וללא כיסי אוויר.

בשכבה זו מצוי **האוזון הטוב** בגובה 15 - 35 ק"מ הנקראת רצועת האוזון.

שכבת ה**יונוספירה** חשובה בשל מטעני החשמל המצויים בה וניצולם להעברת גלי רדיו ותקשורת, כמו לוויני השידור והתקשורת גובהה עד ל-550 ק"מ.

בסביבות גובה 500 ק"מ- הטמפרטורה ביום היא 1400 מעלות ובלילה 150 מעלות.

שכבות האטמוספירה:



שכבות האטמוספירה נקבעו לפי מאפיינים פיזיקאליים שהחשוב מביניהם הוא השתנות הטמפרטורה עם העלייה בגובה.

- **מזוספירה** - 50 עד 80 - 85 ק"מ, בשכבה זו הטמפרטורה יורדת עם העלייה בגובה.
- **תרמוספירה** - 80 - 85 עד +640 ק"מ, בשכבה זו הטמפרטורה עולה עם העלייה בגובה.
- **אקסוספירה** - מעל היונוספירה, במקום בו האטמוספירה כמעט ונעלמת עד לחלל.

שכבת האוזון

שכבת האוזון מצויה בסטרטוספירה, בגובה של 10 עד 50 ק"מ. לשכבה זו חשיבות רבה בקיום החיים על פני כדור הארץ. שכבת האוזון מסננת את הקרינה האולטרה סגולה המגיעה מהשמש, המסכנת את היצורים החיים ואף גורמת לסרטן העור.

תפקידי האטמוספירה:

1. מקור לפחמן דו חמצני הדרוש לצמחים בתהליך הפוטוסינתזה.
2. מקור החמצן לנשימת כל היצורים החיים.
3. מקור לחנקן המקובע בצמחים ובבעלי חיים.
4. חלק ממחזור המים.
5. קליטה של קרינה אלקטרומגנטית מהשמש (סינון קרינה אלקטרומגנטית שיכולה להזיק לאורגניזמים).
6. קליטת אנרגיה מהשמש ופליטתה בחזרה (קיום תפקיד זה גרם להתייצבות הטמפרטורה בכדור הארץ ורק כך התאפשרו החיים).

אנחנו, בני האדם מוציאים לא רצונו לפאזר השכבת האוויר הדקה שחיונית כל כך לקיומנו, אנחנו רצונו רק לנסוע בכלי הרכב שלנו, להפיק חשמל מתחנות הכוח ולהפעיל את מכונות הייצור המפעלים ולכל זה נלקקנו לאנרגיה שאותה הפקנו משריפת חומרי הדלק המתכלים, שרפה שצרכה מהאוויר חמצן ופליטה אליו פחמן דו חמצני, פחמן, אפר ואזנים רעילים ויצרה את זיהום האוויר.

אנחנו, מוציאים לא רצונו לפאזר השכבת האוויר הדקה אך למרות זאת, אם חזינו לזאת מראש ואם לא, כרצף השכבה הזו נתונה בסכנה.

החומרים שאנחנו פולטים אל האוויר מכילי התחבורה, מהתעשייה ומתחנות הכוח, מזהמים את האוויר ומצברים בו, ולצדדים מליכים עם חומרים אחרים וכך האוויר הסובב אותנו, שאנחנו נושמים בכל רצף ורצף, מליך לבריאותנו ולמהלך החיים התקין

לע כל בעלי החיים והצמחים ולארץ להתחממות כדור הארץ
מסכנת את כל יושביו.

חשוב לזכור: כדור הארץ נמצא בצרות, והצרות שלו הן הצרות שלנו!

<https://www.youtube.com/watch?v=czhpoQvRU4A>

שבעה דברים שיש לידעת על התחממות כדור הארץ – 1 דקה

<https://www.youtube.com/watch?v=JrcXDTh8K7U>

התחממות גלובלית – 3 דקות

<http://www.youtube.com/watch?v=7YSRtBcdzAc> זיהום אויר בישראל

<https://www.youtube.com/watch?v=Z-WWyQ0rcmc>

התחממות גלובלית – 4 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=d6sfln8mjQo>

התחממות כדור הארץ – מבט לחדשות 6 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=hQb6x63QKbE>

האם כדור הארץ השתגע? – התחממות כדור הארץ 7 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=GOrb-8UHJQ8> – 2 דקות התחממות – טוב

לפתיחת הנושא

<https://www.youtube.com/watch?v=418pTK5iDQk> - שעה וחצי

הרצאה של ד"ר אלון אנגרט- התחממות כדור-הארץ והאפשרויות שלפנינו

אקו קליפ -6 סרטונים

<http://www.youtube.com/watch?v=qqEeaTFWIFc>



התחממות גלובלית - מהו זיהום אוויר ומהם מקורותיו?

זיהום אוויר הוא שם כולל למצב שבו לאוויר נוספים חומרים כימיים וביולוגיים שאינם נכללים בהרכבו הטבעי, או שכמותו של מרכיב הנכלל בהרכבו הטבעי עולה יתר על המידה. המלה "זיהום" משקפת את העובדה שחומרים אלה מזיקים, במידה זו או אחרת, לחי ולצומח.

ישנם שני סוגים של מקורות זיהום: זיהום מעשה ידי אדם וזיהום שמקורו בטבע.

זיהום אוויר טבעי נוצר מ:

- פעילות וולקנית
- אבק ממקורות טבעיים, בעיקר אבק שנוצר על ידי הרוח באזורים צחיחים
- גזים, כגון מתאן, הנפלטים במהלך פעולת העיכול של בעלי חיים (בעיקר צאן ובקר)
- עשן שמקורו בשריפות טבעיות.
- אינוורסיה- שהיא תופעה אקלימית שבה הטמפרטורה עולה עם הגובה, מהווה קרקע פורייה להצטברות זיהום אוויר בבסיס האינוורסיה.

התהליכים הטבעיים המשפיעים על זיהום האוויר

תהליכים טבעיים המגבירים את ממדי זיהום האוויר הם: התפרצויות של הרי געש שבמהלכן נפלטים לאוויר חלקיקי האפר והגזים הרעילים שמצויים במעטפת כדור הארץ ומשתחררים בתהליך ההתפרצות וסופות חול המתרחשות בעיקר באזורי המדבר, ונושאות עמן למרחקים חלקיקי חול ואבק דקים. חלקיקים מזיקים בעיקר למי שסובלים ממחלות ריאה ודרכי הנשימה, אך גם תינוקות ואנשים מבוגרים נפגעים מהם. **תהליכים ביולוגיים** המתרחשים באזורי ביצות ומזבלות של חומר אורגאני, בתהליכי העיכול בקיבותיהם של הבקר והצאן ופעילות החיידקים בשדות האורז, נוצר ונפלט לאוויר הגז הרעיל מתאן (CH_4).

מרגע שהחומרים המזהמים נפלטים לאוויר, מתחיל תהליך שבו הם מתפזרים ונמהלים באוויר, וכך מצטמצם זיהום האוויר. עוצמתו של התהליך הזה תלויה בתנאי מזג האוויר, ובעיקר בעוצמת הרוחות. כאשר נושבת רוח חזקה, המזהמים נישאים למרחקים ונמהלים בגושי אוויר גדולים, וכאשר הרוח חלשה בעוצמתה, הפיזור והמיהול של המזהמים איטיים יותר. בנוסף לכך גם המשקעים היורדים שוטפים ומנקים את המזהמים שבאוויר. החלקיקים המוצקים של החומר המזהם משמשים כגרעיני התעבות בעננים, והטיפות המתעבות סביבם יורדות לקרקע כשהן נושאות אתן את המזהמים. בדרך למטה, טיפות הגשם סוחפות אתן עוד חלקיקים מזהמים המצויים באוויר. תהליך זה הופך את הגשם היורד לגשם חומצי הגורם

לנזקים לחקלאות, לצמחייה הטבעית, לדגה ולמבנים. ואולם יש לזכור כי המזהמים אינם מסולקים בדרך זו אלא הם עוברים למקומות אחרים כדוגמת האדמה והמים.

זיהום מעשה ידי אדם נוצר מ:

- זיהום מכלי רכב- תחבורה
- זיהום ממפעלי תעשייה
- זיהום משריפת עצים להסקה
- השמדת יערות הגשם
- אדים רעילים, כגון אדי צבע
- ריאקציה של שני מזהמים היוצרים מזהמים חדשים.
- אבק שמקורו בחקלאות

תהליכים מעשה ידי האדם המגבירים את ממדי הזיהום:

שריפה - גזים המזהמים את האוויר נפלטים במהלך שריפת דלקים, שריפת חומרי פסולת, בירוא יערות ועוד. המקורות העיקריים הפולטים מזהמים לאוויר הם כלי הרכב הממונעים - כמחצית מכלל זיהום האוויר הנגרם על ידי האדם, מפעלי התעשייה ותחנות הכוח המייצרות חשמל.

התנדפות והתפוררות - בתהליכי הייצור המתבצעים במפעלי תעשייה רבים מתנדפים לאוויר גזים מזהמים שמקורם בעיקר בדלקים, בחומרים שונים השותפים בתהליכי הייצור של צבעים, בשימוש בחומרים ממיסים בתעשייה הכימית ובשימוש בחומרי ניקוי.

תהליכים פיזיקאליים וכימיים המתרחשים באטמוספירה הופכים חומרים שבמקורם אינם נחשבים למזהמים, לחומרים העלולים ליצור זיהום אוויר. **הערפיח התעשייתי** - ערפל הנוצר סמוך לערים ומכיל פיח שמקורו בשריפת פחם, ונוצר בגלל ערבוב של האוויר הערפילי הלח עם מזהמים שנפלטו מתעשייה המשתמשת בפחם להפקת אנרגיה. **הערפיח הפוטוכימי**, שאותו ניתן לזהות בשמים כאוֹך בצבע חום-אדמדם, הוא תוצאה של תגובות כימיות המתרחשות בין חומרים שונים שנפלטו לאוויר בעיקר ממנועים של כלי רכב, בנוכחות אור השמש.

הגזים הנפלטו כתוצאה מתהליכים אלו, יחד עם אדי המים המצויים באוויר, מהווים "גזי חממה" המגבירים את תהליך ההתחממות הגלובאלית.



פעילות בנושא זיהום אוויר

היכנס לאתר של המשרד להגנת הסביבה שכתובתו: המקום שרשום:

נושאים א-ת היכנסו לאתרים - אוויר

https://www.gov.il/he/departments/ministry_of_environmental_protection

האתר יש התייחסות לנושאים סביבתיים רבים, אך אנו נתמקד בפעילות זו בנושא של איכות האוויר.

- מהם ארבעת המקורות הציקריים לזיהום האוויר?
 - מהו המקור ש"תרומתו" לזיהום האוויר היא הגדולה ביותר?
 - רשום שני פתרונות לצמצום זיהום האוויר מהמקור שציינת.
- לחץ על מנהמי אוויר והשפעתם על הבריאות בצד ימין: רשום בטבלה שתי ארבעה מבין החומרים האלה, מהו סימנו הכימי של כל אחד מהם, מהו מקורו (או מקורותיו) ומהן ההשפעות הבריאותיות שלו.

שם החומר	סימנו הכימי	מקורותיו	השפעותיו הבריאותיות
אוזון תחמוצות חנקן			
פחמן חד חמצני			
אופרית דו חמצנית			

איך לזהות חריגים:

תחבורה, מוט כיפור ופ"ל"ג בצומח. מה ההבדלים? מה הסיבות לכך?

מדד לזהות האוויר נמדד על ידי תחנות ניטור אוויר:

מהי תחנת ניטור? מה תפקידה? כיצד מחשבים את מדד לזהות

האוויר?

מי הם מזהמי האוויר

המזהמים העיקריים הפוגעים באיכות האוויר הם:

תחמוצות גופרית, תחמוצות פחמן (פחמן חד-חמצני ופחמן דו-חמצני), תחמוצות חנקן, פחמימנים, מתכות ותרבותיהן (כגון עופרת, כספית, ארסן וקדמיום), חלקיקים מוצקים אחרים, דיאוקסינים, בנזופוראנים ועוד.

מזהמים אלה נוצרים בעיקר בעת שרפת דלק (במיוחד בתחנות כוח, בבתי זיקוק לנפט, בכלי-רכב ובמפעלי תעשייה), בתהליכים תעשייתיים שונים (תעשייה כימית, תעשייה פטרוכימית, תעשיית מתכות, ייצור מלט ותהליכי כרייה), בשימוש בכלי-רכב ועוד. בהיפלטם לאוויר, עלולים מזהמים אלה לגרום הן לנזקים מקומיים, כמו פגיעה בבריאות ובאיכות החיים של התושבים, בגידולים חקלאיים וברכוש והן להחמרת תופעות גלובליות, כמו אפקט החממה וגשם חומצי. לכאורה, לא נראה קשר ישיר בין הטיפול בפסולת תעשייתית לבין גורמי זיהום האוויר, אך יש לזכור כי סוגים מסוימים של פסולת תעשייתית המגיעים למטמנות אשפה או מטופלים שלא על פי התקנות יכולים להפוך לתוצרי שרפה רעילים המזהמים את האוויר.

להלן גזים המזהמים את האוויר והשפעתם (הפירוט למורה בלבד)

תחמוצות החנקן

תחמוצות חנקן NO_x - גז חום אדמדם הנראה בשכבת הגבול האטמוספירית שמעל האזורים המאוכלסים בצפיפות עירונית, וגורם להגבלה בראות ולערפית. מקורות טבעיים: התפרצויות הרי געש וסופות ברקים גורמים לפיזור של ריכוזי NO_x באטמוספירה הגבוהה ולכן השפעתם על בריאות האדם זניחה. מעשה ידי אדם: תעשייה, ייצור אנרגיה ובעיקר תחבורה.

חד תחמוצת החנקן (NO) נוצר מתחבורה ומתעשייה כתוצאה מחמצון חנקן אטמוספרי בטמפרטורות גבוהות הקיימות במנועים ובדודי שריפה.

דו תחמוצת החנקן (NO_2) נפלט בחלקו ממקורות אלה

השפעות בריאותיות הנגרמות מחשיפה ל-NO_x

- חשיפה לריכוזים נמוכים גורמת לגירוי בריאות ובעיניים.
 - חשיפה ממושכת מפחיתה את התנגדות הגוף למחלות בקטריאליות וויראליות.
 - חשיפה לריכוזים גבוהים פוגעת בראות, ברקמות הראות ובדרכי הנשימה.
- השפעות בריאותיות בקרב קבוצות סיכון של ילדים ואנשים הסובלים ממחלות נשימתיות.

גפרית דו-חמצנית SO₂

גופרית דו-חמצנית היא תרכובת גזית הנוצרת מחמצן וגופרית ומדיפה ריח חריף. מקורות הפליטה של גופרית דו-חמצנית.

מקורות טבעיים: התפרצויות הרי געש

שריפת דלקים המכילים גופרית כגון: פחם ודלק

בתעשיית האנרגיה: בתחנות כוח ובבתי זיקוק. במפעלי תעשייה: במתקנים להתכת עפרות מתכת, בתהליכי ייצור נייר ובמגוון תהליכים תעשייתיים אחרים. שריפת דלקים אלה יוצרת גם חומרים מוצקים בצורת חלקיקים. גופרית דו-חמצנית בצרוף עם חלקיקים עלולה לגרום לגשם חומצי.

השפעות בריאותיות הנגרמות מחשיפה ל-SO₂

- חשיפה למזהם גורמת לאנשים הבריאים גירוי זמני ואי נוחות מועטה.
- לאדם הנמצא סמוך למקור לפליטות מתמשכות, הגירוי יכול להפוך למטרד.
- חשיפה לריכוזים נמוכים של SO₂ בקרב קבוצות סיכון כמו אסתמתיים וחולים כרוניים במערכת הנשימה והלב עלולה לגרום להתקף אסתמה או ברונכיטי.
- חשיפה לרמות מוגברות של SO₂ בצירוף עם חלקיקים בקרב ילדים יכולה לגרום הפרעות זמניות בתפקודי הראות.
- קשה להעריך את ההשפעה של גופרית דו-חמצנית על בריאות האדם מפני שהיא מופיעה בשילוב עם מזהמים נוספים, כגון: חלקיקים ואוזון. לעיתים החשיפה לכל מזהם לחוד כמעט ולא מעוררת תגובות, אשר מופיעות בחשיפה לשילוב של המזהמים ביחד.

פחמן חד חמצני CO

פחמן חד-חמצני הוא גז חסר צבע וריח.

מקורות הפליטה של CO

המקור העיקרי לפליטת CO הוא שריפה לא מושלמת (שריפה ללא נוכחות מספקת של חמצן). במנועי כלי רכב. עיקר החשיפה לריכוזים גבוהים של CO מתרחשת באזורים בהם יש ריכוז צפוף של תחבורה הנעה באיטיות. בבתים מתרחשת פליטה של CO על ידי תנורי בישול ותנורי חימום. עליה חדה בריכוזי CO נמדדת בשטחים בחללים סגורים בהם מעשנים סיגריות.

השפעות בריאותיות הנגרמות מחשיפה ל- CO

- ה- CO מתרכב עם ההמוגלובין בדם, ומשבש את העברת חמצן לאברי הגוף.
- חשיפות לריכוזים גבוהים במקומות סגורים, עלולות לגרום להרעלה חריפה, לאבדן הכרה ואף מוות כתוצאה מחנק.
- בשטח פתוח החשיפה לכמות קטלנית אינה סבירה למעט מקרים נדירים, כגון: כבאים הנחשפים לרמות גבוהות במיוחד של ריכוזי פחמן חד-חמצני.
- עבור נשים בהריון חשיפה לפחמן חד-חמצני עלולה לגרום נזק לעובר המתפתח.
- קשישים רגישים במיוחד מכיוון שהם נוטים לסבול ממחלות לב כרוניות אשר עלולות להחמיר עקב חשיפה למזהם זה.
- חשיפה ל- CO של קבוצות אוכלוסייה הסובלות ממחלות המעכבות אספקת חמצן בגוף, כגון מחלות לב, ברונכיטי ואנמיה, עלולה להחמיר את התופעות של המחלות.

אוזון O₃ אוזון רע

גז רעיל בעל ריח חריף, חסר צבע ומורכב משלושה אטומי חמצן.

מקורות הפליטה של האוזון

מקורות טבעיים:

האוזון הסטרטוספרי (בגובה כ- 25 ק"מ) נוצר על ידי תהליכים פוטו כימיים ומהווה מגן טבעי מפני חדירת קרינה UV שמקורה בשמש, לפני כדור הארץ. ללא נוכחותו ספק אם היו חיים על פני כדור הארץ. האוזון נוצר סמוך לפני כדור הארץ על ידי פעילות של קרינת השמש על תרכובות כימיות שהן תוצר של תהליכי שריפה, בעיקר פחמימנים ותחמוצות חנקן הנפלטים בעיקר מכלי רכב.

השפעות בריאותיות הנגרמות מחשיפה לאוזון

- האוזון גורם לגירוי בעיניים באף ובריאות.
- אנשים לא מעשנים שנחשפו לרמות גבוהות של אוזון, סבלו מהפרעות בדרכי הנשימה ובראות האופייניות למעשנים חפיסת סיגריות ליום.
- נפגעת היכולת של הריאות, להגן על הגוף מפני בקטריות ואורגניזמים מזיקים.
- הרגישות לדלקות גוברת ונגרם נזק לתאי הדם הלבנים המגינים על הגוף מפני פלישות של מזהמים.

זיהום אוויר ממתקני ייצור חשמל:

תחנות הכוח לייצור חשמל הן מקור מרכזי לזיהום אוויר. בשנים האחרונות חלה ירידה בכמות המזהמים הנפלטים מתחנות הכוח, ובמיוחד ירידה במזהם הגופרית הדו-חמצנית. בעתיד ניתן לצפות לירידה נוספת ומשמעותית ביתר המזהמים מאחר ומשתדלים להקפיד על חוקי איכות הסביבה. תהליך הפקת החשמל מתבצע ע"י שריפה של מקורות אנרגיה, כגון: פחם, מוצרי דלק, וגז טבעי. בייצור החשמל ע"י שרפת דלקים, מותקן גוף קיטור גדול אשר ממנו יוצא הקיטור שמסובב את טורבינות החשמל. כל תהליך השריפה כאמור יוצר זיהום סביבתי.

פתרונות - אמצעים מעשה ידי האדם המצמצמים את ממדי הזיהום

ארגונים ציבוריים שונים פועלים לצמצום זיהום האוויר. בין הארגונים הישראליים שפועלים בנושא נמנים: מגמה ירוקה, אדם טבע ודין ואחרים. הרשות הממלכתית אשר פועלת בנושא בישראל היא אגף איכות האוויר המשרד להגנת הסביבה. הגידול בזיהום האוויר הביא להגברת המודעות לבעיה זו, ולנקיטת צעדים לצמצומה. עם צעדים אלו נמנים:

- עידוד תחבורה ציבורית ובניית רכבות על מנת להקטין את השימוש ברכב הפרטי (60% מכלל הזיהום בישראל נגרם כתוצאה ממכוניות). מעבר לתחבורה ציבורית ועידוד השימוש ברכב חשמלי מונע מצבר יכול להקטין את הזיהום).
- מעבר לשימוש בדלק מזהם פחות, למשל מעבר מהפעלה של תחנות כוח במזוט או בפחם להפעלתן בגז טבעי (מזהם, אך פחות).
- טיפול בבקר באופן שיצמצם את פליטת המתאן בתהליך העיכול של הבהמות.
- עידוד השימוש בכלי רכב המשתמשים במקורות אנרגיה חלופיים - רכבות חשמליות, אוטובוסים הפועלים על גז, רכב חשמלי וכיו'.

- מעבר לתחנות כוח הפועלות על גז טבעי.
- הגברת השימוש במקורות "אנרגיה ירוקה" (שמש, רוח, מים) וגז.
- שימוש באמצעים טכנולוגיים שונים כגון: התקנת קולטנים בארובות מפעלי תעשייה למניעת פליטת מזהמים והגבהת ארובות לפיזור ומיהול טוב יותר של המזהמים באוויר.
- הפעלת ניידת משטרית שבודקת כלי רכב ומורידה מהכביש רכבים שמזהמים יותר מהתקן.
- צמצום בזיהום האוויר שמקורו בתחבורה - אמנם בעשרות השנים האחרונות פותחו טכנולוגיות המאפשרות לייצר כלי רכב הפולטים פחות מזהמים, אך לצידן קיימת עלייה מתמדת ברמת המינוע בעולם. לפיכך רבים סבורים כי הפתרון מצוי בצמצום השימוש בכלי הרכב הפרטיים והרחבת השימוש בתחבורה ציבורית, בפרט בערים.
- צמצום בזיהום האוויר שמקורו בתעשייה ובתחנות הכוח - זאת באמצעות טכנולוגיות המצמצמות את ייצור המזהמים וטכנולוגיות המונעות את פליטתם לסביבה. למשל, בתהליך הפקת החשמל משתמשים בגז טבעי, המזהם פחות מפחם ומנפט; בונים ארובות גבוהות, לפיזור טוב יותר של המזהמים, ומתקינים בארובות מסננים הקולטים חלק מן המזהמים.
- חקיקה סביבתית – לשם אכיפה של אמצעים להפחתת הזיהום, ולשם קביעה של תקני איכות סביבה המחייבים את המפעלים לעמוד ברמות מסוימות של פליטת מזהמים לסביבה.

פתרונות לבעיית זיהום אוויר

בשנים האחרונות נעשים יותר ויותר מאמצים למנוע את זיהום האוויר ולהימנע מפגיעה בסביבה. במקומות שבהם יש זיהום אוויר, הוקמו תחנות ניטור. בתחנות אלו מודדים את ריכוז החומרים המזהמים שבאוויר בעזרת מכשירים מיוחדים שפותחו לצורך זה. תפקידן של תחנות הניטור להתריע, כאשר זיהום האוויר עולה מעל המותר. אם נמדדת חריגה ברמת זיהום האוויר המותרת, פועל המשרד לאיכות הסביבה להפסיק אותה ולמנוע את הישנותה. כיום גובר השימוש בלוייני ניטור המרחפים באטמוספירה. לויינים אלה קולטים מידע על מוקדי זיהום אוויר ומתריעים על כך באמצעות תחנות בקרה בינלאומית. עם העלייה במודעות לנזקים הרבים שגורם זיהום האוויר, הולכים ומתרבים המחקרים בנושא ונעשים מאמצים לפתח אמצעים טכנולוגיים שיביאו לצמצום בזיהום האוויר. לדוגמא: דלק נטול עופרת לצמצום זיהום האוויר, נורות החוסכות באנרגיית חשמל וטכנולוגיות המאפשרות שימוש במקורות

אנרגיה שאינם מזהמים את הסביבה, כמו ניצול שמש להפקת חשמל, ניצול רוח להפקת חשמל.

אפקט החממה

חממה היא מבנה חקלאי המכוסה ניילון או זכוכית. קרינת השמש נכנסת לתוכו, פוגעת באדמה וכאשר רוצה לצאת, אינה יכולה כי הזכוכית או הניילון אינם מאפשרים זאת. התוצאה עליית טמפרטורה בתוך החממה.

תהליך זה מתרחש כי קרן השמש מתפצלת לאורכי גל שונים הנקראים ספקטרום מקרניים קצרות = אולטרא סגול, דרך קרניים בינוניות, עד קרניים ארוכות = אינפרא אדום.

הקרניים הנכנסות דרך האטמוספירה הן קצרות עד בינוניות, ואז הן חודרות בקלות דרך הניילון והזכוכית, לאחר פגיעתן באדמה הן נשברות והופכות להיות ארוכות גל ואז אינן יכולות לעבור דרך הזכוכית והניילון.

אפקט החממה

גזי חממה
מקרא:
● אדי מים
● מתאן
?

אפקט החממה בכדור הארץ מסביר כיצד קרינת אור השמש הפוגעת בפני כדור הארץ **נבלעת/נפלטת** (מחקו את המיותר) ביבשה, בים ובכל הגופים האחרים **ונבלעת/נפלטת** (מחקו את המיותר) כקרינה תת אדומה שהיא קרינת חום. קרינת החום נשמרת בעזרת גזים ועננים באטמוספירה המקיפה אותנו ומעניקה לנו חום וטווח טמפרטורות המאפשרות חיים ובעיקר **מים במצב צבירה נוזל**

כך בשכבת הטרופוספירה יש שלושה גזי חממה המגיבים כמו הזכוכית/ניילון. והם:
1.אוזון 2. דו תחמוצת הפחמן 3.מתאן
גזים אילו מצויים באוויר באופן טבעי בכמות קטנה מאוד, אך... כמותם עלתה מאוד
ב-100 שנים האחרונות מאז החלה המהפכה התעשייתית בה החלו להשתמש
במשאבי אנרגיה:פחם, ובהמשך נפט וגז, שתהליך שרפתם אינו מושלם והם
משחררים לאוויר מזהמים.

דו תחמוצת הפחמן- CO₂

(פחמן דו-חמצני) נפלט לאטמוספירה בעיקר בתהליכי הנשימה של היצורים החיים.
הצמחים הם המסלקים את הגז הזה מן האטמוספירה כשהם מנצלים אותו בתהליך
הייצור של חומרי מזון. ב-100 השנים האחרונות פולטים בני-האדם לאטמוספירה
מיליארדי טונות של פחמן דו-חמצני בתהליכים של שרפת חומרי דלק. כאשר הם
כורתים יערות ומשמידים צמחייה, הם מפחיתים באורח ניכר את כמות הפחמן הדו-
חמצני המסולקת מן האטמוספירה על-ידי הצמחים. כך גדלה והולכת כמות הפחמן
הדו-חמצני באטמוספירה. כיום גדולה כמות זו יותר משהייתה אי-פעם בהיסטוריה
של כדור-הארץ! כבר היום נמדדים שינויים ראשונים בטמפרטורות, המעידים על
התגברות אפקט החממה. אם יימשך תהליך זה, צפויה התחממות של כדור-הארץ,
שתשפיע על כמות הגשמים בסביבות החיים השונות. כמותו עולה בשל השימוש
הגדל במשאבי אנרגיה מתכלים: פחם, נפט וגז. בתהליך שרפתם והפיכתם לחשמל
או אנרגיה נשארים שאריות, ונפלטים גזים מזהמים שאחד מהם הוא דו תחמוצת
הפחמן. כך שיש קשר הדוק בין השימוש הגדל במשאבי אנרגיה לתעשייה והעלייה
בדלק לתחבורה.

השפעות וסיכון: גורם לכאבי ראש, ירידה בריכוז ובערנות, סחרחורות ובחילה.במצב
רגיל הצמחייה ובעיקר יערות העד הירוקים/יערות הגשם, קולטים דו תחמוצת
הפחמן ופולטים חמצן, אך כיום במצב בו מדינות רבות מכחידות את היערות
ה"ריאות הירוקות" הולכות ומצטמצמות.

האוזון הרע-O₂

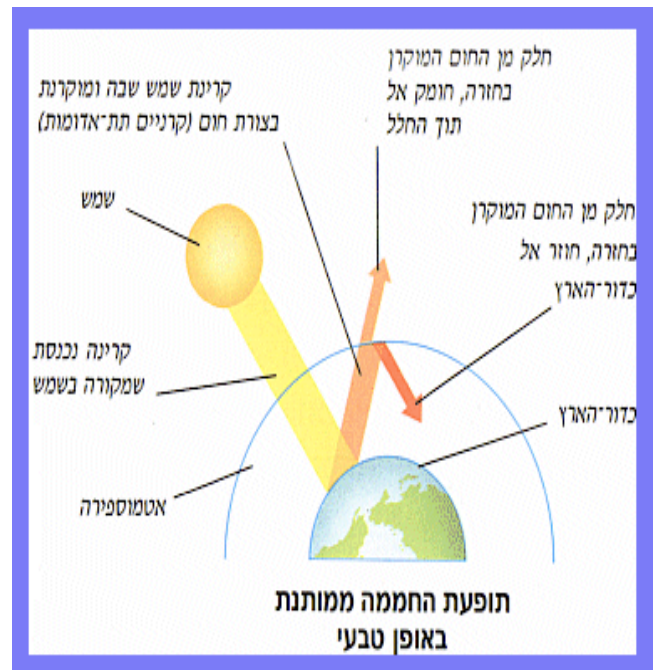
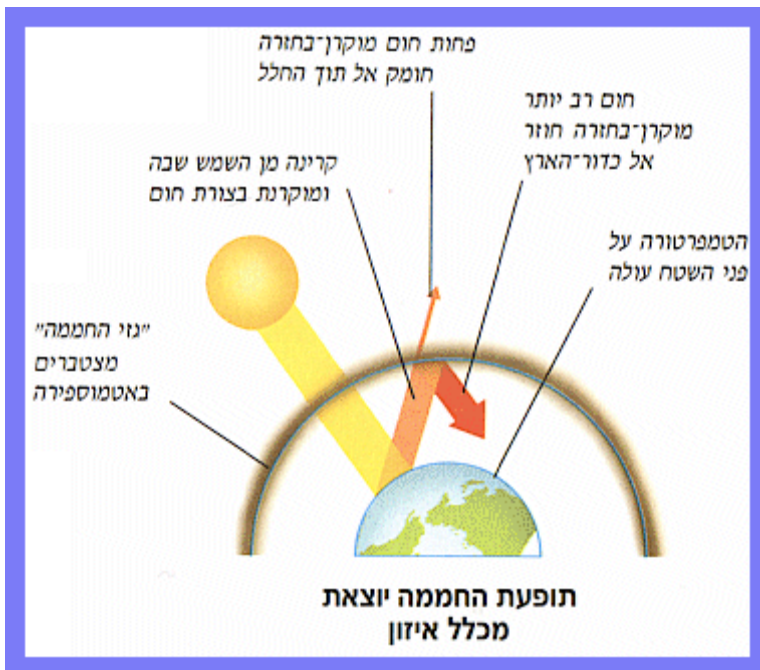
גם הוא תוצר לוואי של שימוש במשאבי אנרגיה כמו: פחם, נפט וגז כלומר תעשייה
ותחבורה. אך בניגוד לדו תחמוצת הפחמן, הוא אינו נוצר כמזהם ישיר אלא
כתגובה כימית משנית כאשר תחמוצות חנקן מגיבות עם פחמימנים שנפלטו לאוויר
מכלי תחבורה, בנוכחות קרינת שמש נוצר גם אוזון רע מזהם.
השפעות וסיכון: הוא מחמצן חזק, תוקף מתכות, גורם לדהיית צבע, פוגע בכלורופיל
של הצמחים. הוא בעל ריח חריף בצבע כחלחל המשמש לחיטוי מי שתייה לעיתים

במקום כלור. אוזון זה אינו יכול לעלות למעלה לשכבת הסטרטוספירה. הוא גז רעיל הגורם מצוקה נשימתית, גירוי בעיניים, פגיעה בתאי דם לבנים המביאה להחלשות.

מתאן - ch4

נוצר מעל ביצות, מאגרי מי ביוב, שטחי אורז בגדלים בהצפה, ותוצר נפיחות בעלי חיים כמו: פרות כבשים, עיזים סוסים. מעלי גירה וטרמיטים משחררים מתאן בכמות אדירה. כמותו של גז זה עלתה כי הצורך בבעלי חיים עלה לחלב ומוצריו, ולבשר.

אי אפשר לפספס גז זה כי הוא מסריח.



משנות השמונים ניתן לראות בבדיקות האוויר עליה מדאיגה בכמות גזי החממה.

ההשלכות הצפויות הן:

עלית טמפרטורה שכבר עלתה בחצי מעלה, תמשיך לעלות עד שנת 2050 ב-5-3 מעלות, עליה זו תביא להפשרת חלק מהקרחונים בקטבים, אלה יגרמו לעלית מפלס פני האוקיינוסים ב- 40 עד 120 ס"מ, שיגרמו להצפת אזורי החוף המישוריים, בהם מתגוררת חצי מאוכלוסיית העולם כ-3 מיליארד בני אדם שיצטרכו להגר ולחפש מקום להתישב בו. לפחות 30 מהערים הגדולות בעולם, כולל ניו-יורק, יפגעו מעליית מפלס הימים. הגברת האידוי כתוצאה מההתחממות גרמה בשנים האחרונות לשיטפונות שלא זכורים כמותם, המאיימים על חייהם של מיליוני בני-אדם. אנו חשים גם בשינויים בעיתוי הגשמים, בתפרוסתם ובהגברת תדירותן ועוצמתן של סערות טרופיות.

שינויים אקלימיים כמו: הגדלת המדבריות, אזורי המצויים סמוך למדבריות יהפכו לכאלה. שינויים בכמויות המשקעים, שינוי בהתאדות, שינויים ברוחות, שינויים בכמות ותפוקת גידולים חקלאיים. פגיעה בצמחייה ובעלי חיים, שינוי מערכות חיים.

גשם חומצי

במקומות רבים נפגעים יצורים חיים מגשם: מתברר, כי הגשם שיורד באזורים אלה מכיל חומצה רעילה ומסוכנת. כיצד זה קורה? חומרים רעילים שונים נפלטים לאוויר – בעיקר בעקבות שריפה של חומרי דלק במפעלי תעשייה, במכוניות ובבתים. הגשם שוטף את החומרים הללו מהאוויר אל פני השטח. מי גשם אינם חומציים בדרך כלל, אלא שהחומרים הנפלטים לאטמוספירה מתמוססים בטיפות המים הנמצאות בעננים, בערפל ובגשם וגורמים להיווצרות חומצה במים שבאוויר. מים אלה יורדים כמשקעים של מים חומציים. כך אנו "מרעילים" את הגשם, היורד עלינו ועל סביבתנו. גם הגשם החומצי משתתף במחזור המים: "מים חמוצים" נכנסים לסביבה ויוצאים ממנה. "המים החמוצים" משפיעים על הסביבה: הם פוגעים בקרקע ובחומרים החיוניים לקיום חיים, הנמצאים בקרקע. הפגיעה בקרקע משפיעה על התפתחותם של צמחים ועל קיומם של יצורים אחרים. פגיעה זו הופכת קרקעות פוריות לשוממות כעבור זמן. גשם חומצי יכול להגיע גם למקורות מים מתוקים לאגמים, לנחלים ולמי תהום. בצורה כזו עלולים הרעלים שבגשם החומצי להגיע למי השתייה שלנו ושל יצורים חיים אחרים. סביבות חיים שלמות נפגעות מהגשם החומצי. כך, למשל, משנה הגשם החומצי את תכונות המים באגמים ובנהרות, והופך אותם לסביבה שאינם מתאימה לקיום בעלי-חיים. יערות נכחדים, ועקב כך נהרסת סביבת החיים של יצורים חיים רבים. גשם חומצי עלול לפגוע גם ברכוש. למשל, במבנים ובמכוניות. הם מרעילים דגה, גורמים להצהבת העלים, להאטה בצמיחה, הרעלת ותמותת עצים. שימו לב, אנחנו מרעילים לא רק את

הסביבה הקרובה אלינו. חומרים נעים באטמוספירה מסביבה לסביבה. לכן, גשם חומצי יורד לעיתים במרחק רב מן המקום שבו נוצר הזיהום. כך, למשל, התברר כי באזור לא מתועש בירושלים הייתה כמות גודלה של חומרים רעילים באוויר. חומרים אלו הוסעו על ידי רוחות ממקורות זיהום באירופה. באזור הכרמל שבצפון הארץ, אין בדרך כלל גשם חומצי, אך גם שם נמצאו חומרים רעילים במי הגשמים. בדיקה הראתה, כי מקור הגשם החומצי בכרמל היה בעננים שהגיעו מאירופה. מידת החומציות ניתנת למדידה ביחידות של pH מים טהורים הם ניטרליים ומספרם 7. ירידה ביחידה אחת פירושה גידול של פי 10 בריכוז החומציות.

פתרונות: דלק דל ונטול גופרית, מסננים בארובות, ארובות גבוהות יותר, ושריפה מושלמת שתוריד את כמות המזהמים באוויר.

ערפיח – smog (עשן + ערפל)

תופעה של הצטברות זיהום בסמוך לפני הקרקע, כמו ענן או פס המצוי באזורי ערים מתועשות ומרובות תחבורה. פס הזיהום מתפזר לרוב כאשר השמש מאירה. תופעה שהיא תוצר ישיר של ריבוי תעשיות ותחבורה, החלה להתפתח מאז המהפכה התעשייתית ב-1800 ומצויה בכל הערים הגדולות.

האבק, חלקיקי פיח, מלח עשן משמשים כגרעיני עיבוי, תוספת המזהמים כמו תחמוצות חנקן, גופרית ואוזון יוצרים את הענן המזהם הגורם לפגיעה בעיניים, בעיות בנשימה, ראות לקויה, ערפל, כאבי ראש.

הערפיח המעורב בחלקיקי פיח וגופרית דו חמצנית, אופייני לאזורי תעשייה ולתחנות כוח (כמו הערפיח מעל תל אביב בבקרים)

עשפל פוטוכימי- נוצר כתוצאה מתגובות כימיות בין תחמוצות חנקן לפחממנים הנפלטים מכלי הרכב בנוכחות אור שמש, תוצר לוואי הוא האוזון הרע. פגיעתו במערכות הנשימה, גירויים בעיניים ובאף. (ידוע בלוס אנג'לס).

פתרונות: כל הפתרונות לשריפה מושלמת יותר, דלקים נטולי ודלי גופרית, ממירים קטליטים, מסנני ארובות. ומעבר לאנרגיה ידידותית יותר.

להתראות במבול הבא
מילים ולחן: אריאל זילבר

הנה גברת חזרזרת
כל היום בחול נוברת
היא עושה חרסחררף
ומלכלכת את האף
אוי גברת חזרזרת
לא רואה אף פעם סרט
ילדים עשרים לה יש
והבעל על האש
בואו, בואו ילדים
אל תתרחקו מההורים
אספר לכם סיפור
על אודות נח והמבול.

אלוהים יום אחד אמר לנח
יש רגעים שכדאי לברוח
מים רבים אשפוך על העולם
ואת היבשה אהפוך לים
ואז אלוהים עשה כדברו
ושטף והחריב את עולמו
חוץ מנוח ובני ביתו
וכל החי אשר היו איתו
והם נשארו כדי לפרות ולרבות
כי זה מה שהם ידעו לעשות
וכך התחיל העולם שנית
כמעט כמו מבראשית

וזה הסיפור על קצה המזלג
על אודות נח אבל אני לא דואג
כי זה קרה לפני הרבה שנים
ועכשיו החיים הזמנים משתנים

ויש לי עוד סיפור כמו זה האחרון
על גז כזה שנקרא אוזון
והוא ממלא את השמים
וסימנו O3 ולא O2
והוא הוא, הוא ההגנה
מפני השמש והקרינה
ואם לא נשמור עליו במהרה
הוא יעלם מהאטמוספירה

ויש עוד גז שאני לא מכיר
והוא נמצא במטהרי אויר
ובכל "ספריי" כפי שאומרים באנגלית
ומי שלא משתמש בזה שיקום ויגיד
וכשה"טסססט" משתחרר הוא עולה לשמיים
אוכל ונוגס מן האוזון
שמגן עלינו מפני אסון
ואם הוא לא יהיה פה במהרה
תהיה לנו כאן איזו תבערה
והמבול יבוא שנית
וזה עיקר התחזית

בעוד אנו מרססים כאן לבטח
והאוזון מתפרק לו בשטח
נוצרת סביבנו חגורה
של CO2 האיום ונורא
והחגורה הזו את הקרינה קולטת
ושום דבר היא לא פולטת
ולפי החישובים של המהנדסים
הקרחונים שבקטבים נמסים
עולמנו הולך ומתחמם
ומבלי שנרגיש הים מתרומם
והים גואה, גואה, גואה
והים עולה, עולה, עולה

ואנחנו לא עושים דבר
ורק בוכים כשמאוחר
ופתאום הים יפרוץ לכל עבר
יגיע לגובה של חמישים מטר
וזהו זה מה שיהיה בסוף
ותגידו שלום לכל ערי החוף.

ומי שהולך היום לגור בהר
הוא יהיה אז מאושר
יביט בשמים ועל הנוף
וייתן למבול הזה לחלוף
ואז אחרי שירדו המים
יעסקו כולם במלאכת כפיים
יתחילו לפרות ולרבות
כי זה מה שאנחנו יודעים לעשות
והעולם יתחיל שוב בשלישית
כמעט מבראשית

וזה הסיפור על ערי החוף
שלא יישאר מהם כלום בסוף
ועל אודות נח והמבול
דברים כאלה אי אפשר לשכוח
ויש לי עוד סיפורים הערב והשכם
אבל פה צריך אולי לסיים
להגיד שלום ותודה רבה
ולהתראות במבול הבא

<http://www.youtube.com/watch?v=1HCu6IA3IVY>

לשמוע את השיר – גרסת סיפור לילדים

<http://www.youtube.com/watch?v=KeEiStUTGR0>

לשמוע ולראות את השיר

קראו את מילות השיר וציינו איילו עובדות נכונות, ואילו עובדות
מבולבלות?

מבדק הצלחה

האטמוספירה ואפקט החממה

סמן את התשובה הנכונה

1. אפקט החממה הוא:

- א. תופעה מלאכותית שיצר האדם.
- ב. תופעה טבעית הקיימת מזה מיליוני שנים.
- ג. תופעה טבעית שהתפתחה באטמוספירה בעשרות השנים האחרונות.
- ד. תופעה מלאכותית המתרחשת בתהליך גידול פרחים בחממות.

2. מה ארבע לפליטת גזים המאבירים את אפקט החממה?

- א. ניצול אנרגיית השמש.
 - ב. שימוש בתאים סולאריים.
 - ג. שרפת דלקים ומשאבי אנרגיה.
 - ד. חקר לוויינים וחלליות.
3. גזי החממה המשפיעים ביותר על התחממות כדור הארץ הם: (מספר

תשובות)

- א. מתאן ב. אופרית ג. חנקן ד. חמצן ה. פחמן דו-חמצני ו. פחמן
ליאולון

4. התחממות כדור הארץ במאה השנה האחרונות נובעת מכך ש:

- א. נפער חור באולון.
- ב. השמש התקרבה לכדור הארץ.
- ג. פצילות האדם פלטה כמות גדולה של גזי חממה לאוויר.

5. להלן מאון פתרונות להציה "כיזד למצמט את ריכוז גלי החממה

קאטמוספירה"?

- * הכחתה ניכרת של שרפת דלק מחט או נפט אולמי.
- * עצירת הכחדת יצרות ונטיות עצים לקליטת ה- CO_2 .
- * הגבלת שימוש בגלי הפלאור – (תרכיסיס למיניהם) ומציות תחליפוט להט.
- * שיפור מנועים (בתחבורה ובתעשייה), להגדלת יצילות בעירת דלקים ושיפור הנצילות שלהט.
- * מעבר לשימוש באנרגיה דרעינית ולמקורות אנרגיה מתחדשים.
- * גיבוס מדיניות צולמית אחידה לפיקוח ולבקרה על פליטת גליחממה

איזה מן הפתרונות שברשימה הוא לדעתך היעיל ביותר? נמק את

בחירתך.

6. מהי אטמוספירה?

- א. שמיכה הצוטפת את כדור הארץ.
- ב. שכבת צננים ולמים כמו בכוכב הלכת (פלנטה) נוסה.
- ג. שכבת גלים המקיפה ארץ (כוכב לכת, ירח) בחלל.
- ד. שכבת גלים המורכבת מחנקן, חמצן, אדי מים, פחמן דו-חמצני וצוד.

משפיעים על האוויר

קראו את הקטעים הבאים והשיבו על השאלות שבסוף כל קטע:

1. עיר ללא נשימה

עלייה תלולה חלה בזיהום האוויר בתל אביב. בחודש השני להפעלתן של תחנות הניטור בעיר - תחנות המודדות זיהום אוויר מכלי רכב - עברה כמות הזיהום שנמדדה באוויר את המותר בחוק. "אם לא יופעלו חוקים לצמצום זיהום האוויר מכלי הרכב בתל אביב ובגוש דן, כמו מתן רשות לכניסה לעיר לתחבורה ציבורית בלבד כדי לצמצם את מספר כלי הרכב הנכנסים לעיר, נצטרך לנקוט בקרוב באמצעי חירום, כולל סגירת העיר בפני תחבורה פרטית" אמרה אתמול נחמה רונן, מנכ"ל המשרד לאיכות הסביבה. (יצחק בר יוסף, ידיעות אחרונות, 1.12.97)

• מה טרם להאכרת הציה המוצאת בקטע?

• אינה פתרון מוצא לציה?

• האם לציה יש פתרונות שאינם טכנולוגיים? אם כן, מהם?

2. התחבורה הציבורית

כש-12 חברות מזהמות יותר מהאיחוד האירופי כולו: כך תעשיית הרכב מתדלקת את משבר האקלים

<https://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001300198>

ארגון גרינפיס קובע כי 12 יצרניות הרכב הגדולות שנבדקו פולטות גזי חממה בשיעור גבוה יותר מזה של האיחוד האירופי כולו • פולקסווגן מובילה בפליטת זיהום אוויר ואחריה רנו, ניסאן, טויוטה, ג'נרל מוטורס ויונדאי-קיה • הדוח מצא כי נתח השוק הצומח במהירות הוא זה של ג'יפים או רכבי קרוסאובר, המעלים את אחוז ורמת הפליטות, יותר ממכירות רכבים היברידיים וחשמליים

זה שנים יצרניות הרכב טוענות כי הן מבינות את האיום החמור שמציב בפנינו משבר האקלים, ומציגות בתערוכות רכב חלופות ירוקות דוגמת רכבים חשמליים והיברידיים. אבל למרות האטרקטיביות של התחום הירוק, ועל אף הסיקור החיובי שמקבלות החלופות העסקיות הירוקות, ההחלטות העסקיות של יצרני הרכב מייצרות תמונת עתיד קודרת.

דוח של גרינפיס, המפורסם כעת לראשונה, בחן את השפעתם של 12 יצרניות הרכב הגדולות בעולם (שמכרו יחד בשנה החולפת 83 מיליון מכוניות) ואת טביעת הרגל הפחמנית שייצרו בשנים 2017-2018. הדוח מצא כי 12 החברות אחראיות יחדיו לפליטת 4.3 מיליארד טונות של גזי חממה - יותר מכלל פליטת גזי החממה של האיחוד האירופי כולו. לפי גרינפיס, פולקסווגן היא החברה האחראית לרמת

פליטות הפחמן הגבוהה ביותר בענף והיא אחראית לפליטות גזי חממה יותר מאשר יבשת אוסטרליה.

יותר זיהום מתחבורה

המשק הישראלי מאבד 12 מיליארד שקל בשנה, שהם כ-1.5% מהתל"ג, כתוצאה מהשפעת זיהום האוויר מתחבורה על בריאות הציבור. בניגוד לזיהום בגובה רב שגורמות תחנות כוח, זיהום תחבורה נמצא ממש מתחת לאף שלנו, ואנחנו נושמים אותו באופן ישיר. לפי המשרד להגנת הסביבה, זיהום אוויר ממקורות תחבורתיים מהווה כשליש מפליטות המזהמים לאוויר בישראל, ובמרכזי הערים הוא מקור הזיהום המשמעותי ביותר.

לפי דוח ה-OECD לשנת 2015, חשיפה לזיהום אוויר בישראל גורמת לכ-2,220 מקרי מוות מוקדם בכל שנה. מחציתם נגרמים בשל חשיפה לזיהום אוויר מכלי רכב.

לפי הערכות, נזקי זיהום האוויר העירוני נאמדים ב-2% מהתמ"ג של המדינות המפותחות ו-5% מהתמ"ג של המדינות המתפתחות. לפי נתוני האיחוד האירופי, משנת 1990 עד 2016, חלה הפחתה בפליטת גזי החממה באיחוד האירופי מחקלאות, ממגורים, מתעשיות ומאנרגיה, אך הפליטות והזיהום של סקטור התחבורה עלה ב-25%. מתוך סקטור זה, על 61% אחראים באופן ישיר הרכבים הפרטיים (רכבות - 0.5%, משאיות - 37%).

לפי ממצאי דוח גרינפיס, למרות המודעות הגוברת לסכנות משבר האקלים ולסכנות הבריאותיות שמסבים רכבים מזהמים, דווקא נתח השוק הצומח במהירות הוא זה של גיפים או רכבי קרוסאובר, המעלים את אחוז ורמת הפליטות, ולא של מכירת רכבים ההיברידיים וחשמליים. באירופה, נתח השוק של רכבי השטח גדל פי ארבעה בעשור האחרון - מ-8% בשנת 2008 ל-32% בשנת 2018.

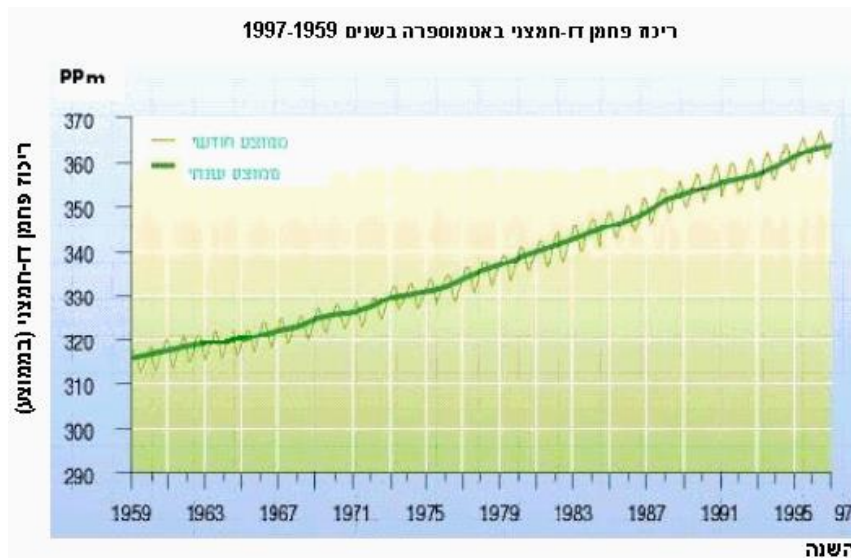
אף שיצרני הרכב ייצרו מכוניות היברידיים, הדוח מסיק כי נעשה מעט כדי לצמצם פליטת גזי חממה ברמה הנדרשת. יצרניות הרכב ממשיכות לשווק רכבים היברידיים, וסך מכירות מכוניות חשמליות בעולם עומד על פחות מ-1% מנתח השוק. גרינפיס קוראת לכל יצרני הרכב הגדולים להפסיק לייצר מכוניות המונעות בבעירת דיזל ובנזין, לא יאוחר מ-2028, וכן לייצר רכבים חשמליים קטנים יותר ויעילים יותר באנרגיה.

איך פתרונות יש לפצות שהולד בכתבה?

אוריינית מדעית בנושא: התחממות כדור הארץ

חוקרים רבים סבורים כי אנו נמצאים כיום בעיצומו של תהליך התחממות כלל-עולמי של כדור הארץ, המתבטא בעליית הטמפרטורה הממוצעת באטמוספירה. על פי ההערכות עלתה הטמפרטורה הממוצעת במאה השנים האחרונות בחצי מעלת צלזיוס. החוקרים בוחנים גורמים אפשריים שמשפיעים על הרכב האטמוספירה והתחממותה, וביניהם פעולות אנושיות כמו שריפת דלק, פחם, נפט וגז טבעי.

פחמן דו-חמצני הוא אחד מגזי החממה באטמוספירה וריכוזו באטמוספירה מושפע מפעולות אנושיות. הגרף מתאר את ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, מתוך נתוני מדידות בתחנה בהוואי, בשנים 1959 - 1997



* Ppm (parts per million) – יחידה המבטאת את מספר החלקיקים של חומר בתוך מיליון חלקיקי חומר מסוים. במקרה זה מספר המולקולות של גז פחמן דו-חמצני מתוך מיליון מולקולות באוויר.

משמעות התנודות בממוצע החודשי: ריכוז הפחמן הדו-חמצני באוויר משתנה ביום ובלילה ובעונות שונות, משום שהוא תלוי בתהליך הפוטוסינתזה של הצמחים הירוקים

שאלה 1

תנו דוגמה כיצד אחת מהפעולות האנושיות המוזכרות בקטע גורמת לעלייה בריכוזי פחמן דו-חמצני באטמוספירה?

שאלה 2

חשבו על פי הגרף מהי העלייה השנתית הממוצעת בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה בשנים 1959-1997? ביחידות שנה / ppm פרטו את דרך החישוב.

שאלה 3

בעקבות תהליך התחממות האטמוספירה של כדור הארץ נערכה בדצמבר 1997 ועידה בינלאומית בעיר קיוטו שביפן במטרה לחפש פתרונות לבעיה סביבתית זו. בוועידה הוחלט, שעל המדינות המתועשות להקטין את כמות הפליטה של פחמן דו-חמצני המשתחרר לאטמוספירה כתוצאה משריפת חומרי דלק. מדינות רבות חתמו על אמנת קיוטו, אולם ארה"ב תחת ממשל הנשיא בוש מסרבת לחתום על אמנת קיוטו. השתמשו במידע שבקטע ובגרף לפיתוח טיעון שישכנע את המתנגדים להצטרף לאמנת קיוטו.

שאלה 4

אילו נתונים יסייעו לשכנע את המתנגדים להצטרף לאמנת קיוטו (סמנו V בעמודות המתאימות):

לא	כן		
		גרף המתאר את הטמפרטורה בגבהים שונים של האטמוספירה	א
		טבלה המציינת את אחוזי פליטת פחמן דו-חמצני ממקורות שונים בעולם (מקורות טבעיים ופעולות אנושיות)	ב
		איור המתאר את מחזור הפחמן בכדור הארץ	ג
		גרף המתאר את עליית הטמפרטורה הגלובלית בעשרות השנים האחרונות	ד

שאלה 5

לפניכם מספר נתונים שתועדו בכדור הארץ בעשרות השנים האחרונות. סמנו אילו מהם מהווים ראיה מדעית להתחממות כדור הארץ:

- א. עלייה בכמות האירוסולים (חלקיקים מוצקים) באטמוספירה.
- ב. עליית טמפרטורה באטמוספירה התחתונה מאז שנת 1950
- ג. ירידה במסת הקרחונים בעולם מאז שנות ה-60
- ד. התחממות האוקיינוסים בעשרות השנים האחרונות

שאלה 6

לפניכם ארבעה משפטים. דרגו את מידת העניין שלכם בהיבטים הבאים:

אין עניין	עניין מועט	עניין רב	עניין רב מאוד	
				א. לדעת יותר על השפעת פעולות האדם על תהליך התחממות כדור הארץ.
				ב. ללמוד יותר על תהליך ההתחממות העולמי.
				ג. להפחית את השימוש שלי במכשירים וחומרים הפולטים גזי חממה לאטמוספירה.
				ד. להצטרף לארגון הפועל להפחתת הפעולות האנושיות בהן נפלטים גזי חממה לאטמוספירה

https://pop.education.gov.il/tchumey_daat/geography_adam_sviva/chativat-beynayim/noseem nilmadim/hithamemut_cadur_aretz/

פורטל עובדי הוראה המרחב הפדגוגי עם פעילויות מומלצות

כתבות בנושא התחממות גלובלית

קיימות והתחממות כדור הארץ – מאמר מסכם

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/Pages/default.aspx>

השינויים הצפויים באקלים ברחבי העולם עלולים לפגוע קשות ברווחת האדם ובמערכות הטבעיות. מרבית החוקרים בקהילה המדעית סבורים שהסיבה העיקרית לשינויי האקלים היא פעילות האדם הגורמת לפליטה מוגברת של גזי חממה. יש גם מדענים הטוענים כי תופעת ההתחממות נגרמת מפעילויות טבעיות המתרחשות בכדור הארץ.

בין אם מעשה ידי אדם או תופעת טבע - ההשלכות הגלובליות הנובעות משינויים באקלים כבר מתבטאות בעלייה של הטמפרטורה, בעליית מפלס האוקיינוסים, בבצורות, בשינויים במשטר המשקעים ועוד. מדינות העולם וביניהן ישראל נערכות להתמודד עם שינויי האקלים הן באמצעות הפחתת פליטות גזי חממה והן באמצעות תכניות היערכות על מנת להפחית את הנזקים הצפויים כתוצאה משינויי האקלים ולמקסם את ההזדמנויות.

התחממות כדור הארץ - התמודדות עולמית

במהלך המאה ה-21 צפויים שינויים ניכרים באקלים ברחבי העולם, ואף יותר מכך באגן הים התיכון. שינויים אלו עלולים להוביל לפגיעה משמעותית ברווחת האדם ובמערכות הטבעיות.

בקהילה המדעית מרבית החוקרים סבורים כי הסיבה העיקרית לשינויי האקלים היא פעילות האדם הגורמת לפליטה מוגברת של גזי חממה כתוצאה משריפת דלקים פוסילים (כגון פחם, דלק וגז), אולם יש גם מדענים הטוענים כי תופעת ההתחממות נגרמת מפעילויות טבעיות המתרחשות על כדור הארץ.

בין אם מדובר בתהליכים טבעיים טבעי או במעשה ידי אדם, אנו כבר עדים להשלכות גלובליות הנובעות משינויים באקלים המתבטאים בעלייה של מפלס האוקיינוסים, עלייה בבצורות, שינויים במשטר המשקעים ועוד.

בכל העולם ננקטות פעולות להפחתת פליטות גזי החממה והיערכות לשינויי האקלים, בהנחה שהתחממות כדור הארץ היא איום הדורש התמודדות משותפת. ישראל היא חלק מהקהילה הבינלאומית המתמודדת בתופעה.

צפוי כי פליטות גזי החממה ימשיכו לגדול במהלך העשורים הקרובים כאשר במהלך המאה ה-21 צפויים שינויים ניכרים באקלים ברחבי העולם. טמפרטורת כדור הארץ עלתה בממוצע ב-0.3-0.6 מעלות צלסיוס מאז 1860 וצפויה לעלות עוד כ-1.5-3 מעלות צלסיוס עד שנת 2100. שינויים אלו עלולים להוביל לפגיעה משמעותית ברווחת האדם ובמערכות הטבעיות.

השפעות שינויי האקלים על האדם

לשינויי האקלים השלכות ניכרות על משאבים ועל סקטורים כלכליים ברחבי העולם, אם לא ינקטו צעדי מניעה. שינוי אקלים עלול לגרום ל:

1. **פגיעה באוכלוסייה**: השפעת שינויי האקלים על משק המים ועל הים והחופים עלולה לגרום, בין היתר:
2. **נזקים מהצפות ים** או נהרות באזורי חופים, בעמקי נהרות, במישורים נמוכים ובאיים;
3. **פגיעת בצורות** באזורים צחיחים וצחיחים למחצה;
4. פגיעות מאירועי מזג-אוויר קיצוניים;
5. בעיות אספקת מים, מזון, בריאות.
6. **חקלאות וייעור**: שינויים בגידולים ובאזורי הגידול, במסחר חקלאי; פגיעה ביכולת ההתאמה של יערות לשינויי אקלים
•משק האנרגיה
•**מגוון ביולוגי**: מערכות חיים יבשתיות: שינויים בתנאי הגידול של בעלי-חיים וצמחיה ובתפרוסתם; הכחדות מינים מסוימים וריבוי מואץ של אחרים.
7. **השלכות גיאופוליטיות**: השפעה של שינוי האקלים על מדינות שכנות (איום אסטרטגי)
השלכות אלו מצטרפות ללחץ הרב של האוכלוסייה הגדלה על משאבי הטבע, ומחייבות קבלת החלטות הקשורות במדיניות, בקביעת אסטרטגיות, ובהכנת תוכניות להתמודדות עם שינויי האקלים.
העלות הכלכלית של אי נקיטת פעילות לצמצום ההתחממות הגלובלית צפויה להיות בעתיד לפחות 5% מן התמ"ג העולמי בכל שנה. בחישוב של סכנות ושל השפעות חיצוניות נוספות עשוי הנזק הכלכלי להגיע לשיעור של 20% מן התמ"ג העולמי בכל שנה ואף ליותר מזה. מאידך גיסא, העלות הכלכלית של הפעילות לצמצום פליטת גזי החממה יכולה להסתכם ב-1% מן התמ"ג העולמי בשנה בלבד.
יש הסכמה בעולם על כך שכדור הארץ מתחמם ויש להיערך לשינוי מגמה זו.
ההתמודדות עם משבר האקלים נעשית בעיקר באמצעות:

1. **מיתון פליטות גזי חממה -**

2. **היערכות לשינויי האקלים**

כיום מוסכם כי התחממות כדור הארץ היא איום הדורש התמודדות משותפת, ואכן בכל העולם ננקטות פעולות להפחתת פליטות גזי החממה והיערכות לשינויי האקלים. עם זאת, צפוי כי פליטות גזי החממה ימשיכו לגדול במהלך העשורים הקרובים, בעקבות ההתפתחות המהירה של כלכלתן של סין והודו, כמו גם קשיים

בהשגת יעדי ההפחתה בחלק ממדינות המערב. יש הסכמה רחבה על כך שתופעות ההתחממות קיימות, בלי קשר לגורמים האחראים להן, ויש להיערך לקראתן. <http://www.greenpeace.org/israel/he/campaigns/climate-change/> כבר יותר ממאה שנים האנושות מסתמכת על דלקים מאובנים הפולטים גזי חממה לצרכי הפקת אנרגיה. כעת, ברחבי העולם, התוצאה מתחילה להתגלות. התחממות כדה"א, הנגרמת משריפת דלקים מאובנים, היא האיום החמור ביותר הניצב בפני האנושות. בני האדם משפיעים על האקלים המאפשר את החיים על פני כדה"א, העדויות לכך הן תופעות מזג אוויר קיצוניות והרות אסון, כגון בצורות והצפות, שיבוש בהספקת מים, המסת הקרח בקטבים, עליית פני הים, אובדן של שוניות אלמוגים ועוד הרבה. מדענים וממשלות ברחבי העולם תמימי דעים וישנן עדויות חד משמעיות על שינויי אקלים הנובעים מפעולות בני אדם, ההשפעות שלהם ותחזיות לגבי העתיד.

עדיין לא מאוחר מידי להאט את התחממות כדה"א ולמנוע את האסונות האקלימיים שאנשי המדע חוזים. מקורות האנרגיה המתחדשת שכבר קיימים, כגון אנרגיית רוח או שמש, מציעות מאגר בלתי מתכלה של אנרגיה נקיה שהיא בטוחים לסביבה וטובים לכלכלה.

טכנולוגיות ירוקות אחרות, כמו טכנולוגיית הקירור "גרינפריז", מציעות אלטרנטיבות ברות קיימא לשימוש בכימיקלים משניי-אקלים. תאגידים, ממשלות ואנשים פרטיים חייבים להתחיל עכשיו לשלב פתרונות אנרגיה בני-קיימא ולחדול משימוש בדלקים מאובנים. האנושות חייבת להשקיע רבות באנרגיה מתחדשת, בייחוד במדינות בעלות כלכלה מתפתחת, על מנת שתחליף פיתוח המתבסס על שימוש נרחב בדלקים מאובנים.

באותו הזמן, אנו מוכרחים להביא לפעילות בינלאומית מיידית להפחתת פליטת CO_2 - גזי חממה (הגז אשר גורם [להתחממות כדה"א](#) או שהעולם עלול לסבול משינוי אקלים בלתי הפיך).

אשרור אמנת קיוטו, אמנת מזג האוויר עליה סוף סוף הסכימו במרקש בשנת 2001, הוא צעד ראשון חיוני בתהליך זה. עם זאת, הפחתת הפליטה עליה הסכימו במרקש היא רק חלקיק ממה שנדרש על מנת למנוע שינויי אקלים מסוכנים ואמנת קיוטו נמצאת תחת מתקפה אכזרית.

ארה"ב מסרבת לחתום על אמנת מזג האוויר ולפעול להפחתת הפליטה. עם פחות מ-5% מאוכלוסיית העולם, ארה"ב היא היצרנית הגדולה ביותר של גזי חממה והיא אחראית ל-25% מפליטת הגזים. בנוסף, הממשל ממשיך לסבסד את תעשיות הדלקים המאובנים, ומעודד שימוש באנרגיה מזהמת זולה בזמן שפתרונות לאנרגיה נקיה אינם מקבלים מספיק תמיכה כלכלית.

גרינפיס פועל בעולם במספר חזיתות להפסקת שינויי האקלים - מהפעלת לחץ על חברת אקסון מוביל וג'ורג וו. בוש לעבוד עם שאר העולם לעצירת שינויי האקלים, ועד מחקרים וקידום פתרונות אנרגיה ירוקה.

גרינפיס גם עובד עם "בודי שופ" להביא אנרגיה מתחדשת ל-2 מיליארד אנשים במדינות מתפתחות שאין בהם חיבור לחשמל.

<http://www.greenpeace.org/israel/he/news/understand-climate/>

כתבה: מדוע שינויי האקלים אמורים לעניין אתכם?

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4955118,00.html>

הסיבות שבגללן שינויי האקלים אמורים לעניין אתכם

שינויי האקלים לא נוכחים בשיח הציבורי בישראל, ויתרה מכך - קולות המכחישים ומפיצי הקונספירציות רק הולכים וגוברים בעולם. אז אפילו אם לא אכפת לכם מההתחממות הגלובלית, תחשבו על איכות האוויר, תחשבו על התיירות המזון ותחשבו על עולם מלא בפליטים ומלחמות. דעה

פרופ' עדי וולפסון פורסם: 29.04.17

כתבה על ההתחממות העולמית

אם צריך היה להמציא בעיה שלאף אחד לא יהיה אכפת ממנה – היה זה שינויי האקלים הגלובלי". כך היטיב לנסח החוקר והסופר [דן אריאלי](#) את בעיית שינויי האקלים. אף שכבר שנים מתריעים מדענים ברחבי העולם שאנו נמצאים בעיצומו של משבר אקלים חריף, שמציב איום חמור על החיים על פני כדור הארץ, לא רק שדעת הקהל העולמית אינה נזעקת לנוכח איום בסדר גודל כזה - אלא שהציבור אפילו די אדיש לנושא והעולם ממשיך לשרד "עסקים כרגיל".

מסקרים שנערכו בארצות הברית עולה כי מרבית הציבור האמריקאי מודע לתופעת שינויי האקלים, אולם כ-39 אחוז מהנשאלים אינם משוכנעים שיש סיבה לדאגה. והמצב בישראל לא כל כך שונה: [תוצאות סקר](#) שנערך ב-2015 מצביעות על כך שכיום יותר אנשים בישראל אינם מאמינים בחומרת מצב התחממות כדור הארץ, בהשוואה לעשור הקודם.

[יש סיבות רבות](#) לכך שקשה לנו לתפוס את עוצמת הסכנה המרחפת מעלינו, ולכן קשה לנו גם להגיב לסכנה ולמצוא כלים להתמודד אתה. העניין הוא שכדי להתמודד עם משבר האקלים דרוש שינויי התנהגות הן ברמת הפרט והן ברמת החברה – והוא צריך לקרות עכשיו.

השבוע נערכו ברחבי העולם אירועים שונים לציון מודעות לנושא שינוי האקלים : מדענים צעדו בווינגטון במחאה על קיצוץ תקציבים למחקר, מפגינים צעדו בערי בירה באירופה כדי לתבוע ממשלותיהם להיערך לשינוי האקלים, וישראלים רכבו על אופניים מחופשים לדגים כדי לעורר מודעות לעליית פני הים. לשם כך החלטנו לעשות סדר בבלגן ולענות על כמה מהשאלות היותר נפוצות בנוגע לשינוי האקלים העולמי.

הפגנה בעד ועידת האקלים בפריז | צילום : רויטרס

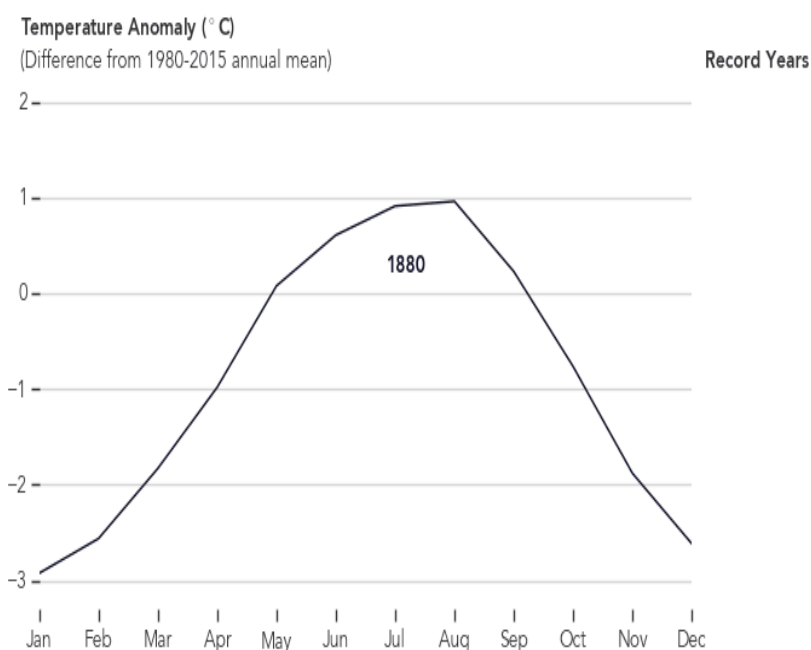


מה ההבדל בין אקלים למזג אוויר?

אחת הסיבות הפסיכולוגיות שגורמות לנו להתקשות לתפוס את שינוי האקלים הגלובלי היא העובדה שכולנו מרגישים שינויים תכופים וקיצוניים במזג האוויר מדי יום ומדי עונה, ומתמודדים אתם היטב (קר לנו? נלבש סוודר. חם לנו? נוריד סוודר). שינוי האקלים, לעומת זאת, הוא תהליך ארוך הרבה יותר שמתרחש במקומות שונים במקביל, ולכן הוא הרבה פחות מוחשי. המושג "מזג אוויר" מוגדר כתנאים המטאורולוגיים והאטמוספריים השוררים ברגע נתון במקום מסוים, ונמדדים במונחים משתנים הכוללים בין היתר טמפרטורה, משקעים, עננות, לחות ורוחות - כל אותם דברים שמופיעים בתחזית מזג האוויר. קשה מאוד לחזות מה יהיה מזג האוויר במקום מסוים לפרק זמן של יותר מכמה ימים, בשל מספר הגורמים העצום המשפיע על מזג האוויר. "אקלים", לעומת זאת, מוגדר כממוצע של מזג האוויר במקום מסוים על פני פרקי זמן של עשרות שנים, ואף של עשרות אלפי שנים. אם נסכם זאת בקצרה - בעוד האקלים, המתייחס למגמה מתמשכת של מזג האוויר במקום מסוים, נותר פחות או יותר קבוע, מזג האוויר באותו המקום משתנה מדי יום ואף משעה לשעה.

מה זה שינוי האקלים ומה ההבדל בינו לבין התחממות גלובלית?

המושג "שינוי האקלים" מבטא שינויים מהירים, של פחות מכמה עשרות שנים, במצב הממוצע של האקלים. על פי רוב חוקרי האקלים בעולם, שינויים אלה נובעים בעיקר מהשפעות הפעילות האנושית על הרכב האטמוספירה מאז החלה המהפכה התעשייתית, ובאופן מואץ יותר החל מן המחצית השנייה של המאה ה-20. אחד מאותם שינויי אקלים הוא "התחממות הגלובלית" של כדור הארץ. ההתחממות גלובלית היא למעשה העלייה הנצפית בממוצע הטמפרטורה קרוב לפני שטח כדור הארץ ובאטמוספירה. התחממות זו מתרחשת בעיקרה כתוצאה מעלייה בפליטת גזי חממה על ידי פעילויות האדם.



התחממות גלובלית רבעון ראשון 2017 | צילום: NASA
מאז החלו הרישומים המודרניים של מידות החום על פני הקרקע בשנת 1880, עלתה הטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ בכמעט מעלת צלזיוס שלמה. זה אולי נשמע מעט, אבל למעשה מדובר בשינוי מאוד מהיר בטמפרטורה הממוצעת על פני כל כדור הארץ, שהתרחשה בפחות מ-150 שנה. לצד ההתחממות הגלובלית, שינוי האקלים מתבטא גם בטמפרטורות קיצוניות של קור, ולכן התופעה הכוללת שאליה אנו מתייחסים היא "שינוי האקלים" ולא רק התחממות כדור הארץ.

כדי להבין את נושא שינוי האקלים טוב יותר, חישבו על המשחק "[טטריס](#)". במשך מיליוני שנים, כדור הארץ שיחק במעין גרסה של המשחק עם בלוקים של פחמן. הם נכנסים לאטמוספירה כגז פחמן דו-חמצני מהתפרצויות של הרי געש, מחומר צמחי

שנרקב, ומנשימת יצורים חיים. הם עוזבים את האטמוספירה כשצמחים משתמשים בהם לצורך תהליך הפוטוסינתזה, הם נספגים על ידי האוקיינוסים, או נאגרים במעבה הקרקע. משחק הטוריס הזה נקרא **מחזור הפחמן**, וזה המנוע של החיים על פני כדור הארץ.

מהו אפקט החממה?

באופן טבעי פני כדור הארץ מתחממים מקרני האור הקצרות והאנרגטיות שמגיעות מהשמש. גזי החממה שנמצאים באטמוספירה, וביניהם הפחמן הדו-חמצני, לוכדים חלק מהקרנה ארוכת הגל (אינפרא אדומה) שפולט כדור הארץ לאחר שהתחמם מקרינת השמש, ומונעים ממנה לברוח אל מחוץ לאטמוספירה אל החלל – בדומה למתרחש בחממה. לכן, פחמן דו-חמצני נקרא גז חממה.

פחמן דו-חמצני אינו גז החממה היחיד, אך הוא אחד העיקריים שבהם. וכך, יחד עם גזי החממה האחרים, הוא יוצר שכבה של חום, שידוע כ"אפקט החממה". זוהי תופעה טבעית, שבהיעדרה הייתה הטמפרטורה הממוצעת של פני כדור הארץ נמוכה בכ-40 מעלות צלסיוס מן הערכים הנוכחיים, ולכן לגזי החממה יש תפקיד חיוני בוויסות הטמפרטורה ובקיום החיים על פני כדור הארץ. אולם ככל שריכוז גזי החממה באטמוספירה גבוה יותר, כך יותר חום נלכד, מה שגורם להתחממות מוגברת של כדור הארץ.

למרות שכמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה השתנתה לאורך מיליוני שנים, במהלך כמה אלפי השנים האחרונות רמתו התייצבה, ואפשרה התפתחותו של אקלים נוח ויציב, שבו יכלה הציוויליזציה האנושית לשגשג. אך עם תחילתה של המהפכה התעשייתית, לפני כ-200 שנה בערך, התחלנו לכרות פחמן "עתיק" שהיה אגור באדמה. הדלקים המאובנים - פחם, נפט וגז טבעי - עשויים מאותם שאריות של צמחים וחיות שמתו עוד הרבה לפני שהאדם התהלך על פני הקרקע. האנרגיה שאגורה בהם מסוגלת לספק כוח למפעלי תעשייה, לתחנות ייצור חשמל, ולכלי רכב. אולם שריפת דלקים אלו גם "מזרימה" בלוקי פחמן חדשים למשחק הטוריס של כדור הארץ. במקביל, התחלנו לכרות יערות לטובת תעשיית העץ ופינוי קרקעות לטובת חקלאות, תעשייה ועיור, וכך הפחתנו את יכולת כדור הארץ להסיר את הבלוקים האלה מהאטמוספירה.

מדוע שינוי האקלים מסוכן?

ממש כמו במשחק של טוריס, ככל שיותר בלוקים נערמים, קשה יותר להעלים אותם, ולחזור למצב מאוזן. העלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה מאיצה את אפקט החממה על ידי לכידת חום רב יותר קרוב לפני השטח וגורמת לקרחונים יבשתיים ולכיפות הקרח בקטבים להימס. [המסת הקרח היבשתי](#) (קרחונים יבשתיים, ובעיקר גרינלנד ואנטרקטיקה) גורמת לעלייה במפלס

פני הים, מה שמסכן [אוכלוסיות המתגוררות באזורי החוף](#). בהתחשב בעובדה שרוב תושבי כדור הארץ חיים בקרבת חופים, מדובר בתופעה מדאיגה ביותר.

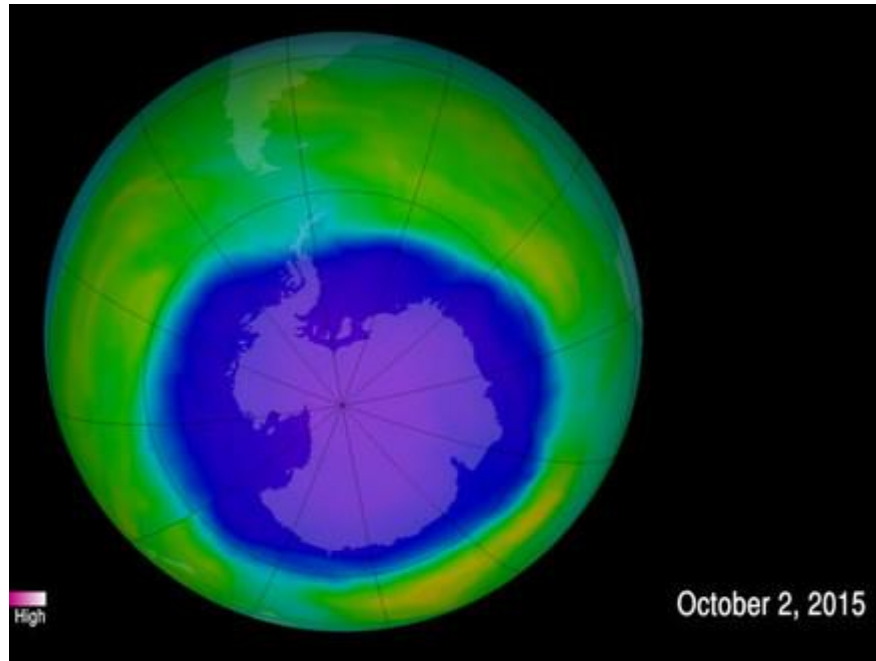


ההתחממות גורמת לעלייה במפלס פני הים | צילום: רויטרס, חדשות בנוסף, התחממות כדור הארץ גורמת לכך שמזג האוויר [הופך להיות קיצוני יותר](#) [במשך הזמן](#), דבר הבא לידי ביטוי בעלייה בתדירותן של סופות, עלייה בתדירותם של גלי חום קיצוניים, וכן באירועי שיטפונות ובצורות. כל אלו הם רק חלק מהתוצאות של התחממות כדור הארץ ההולכת וגוברת. תוצאות שהשפעתן תורגש היטב גם במישורים הכלכליים, הביטחוניים והבריאותיים.

מהו "החור באוזון" ואיך הוא קשור לשינוי האקלים?

האוזון הוא גז הבולע קרינה אולטרה-סגולה (UV), שמקורה בשמש. חשיפה לקרינה זו מסוכנת מאוד, כיוון שהיא גורמת לשינויים בחומר התורשתי (DNA המצוי ביצורים חיים. כך למעשה שכבת האוזון מגנה על החיים על פני כדור הארץ. באמצע שנות ה-80 אותרה הפחתה דרמטית בריכוז האוזון מעל אנטארקטיקה. תופעה זו, שהלכה והתגברה, זכתה לכינוי "החור באוזון".

לפי מחקרים, "החור באוזון" נוצר בעיקר על ידי פליטות של CFC (פריאונים). מדובר בתרכובות גז שמקורן במערכות בתעשייה ובתרכיבים (דאודורנטים, למשל), אשר במגע עם מולקולת האוזון נקשרות אליה ומפרקות אותה.



החור באוזון נוצר על ידי האדם | צילום : NASA/Goddard Space Flight Center
 הידלדלות שכבת האוזון מאפשרת לכמות גדולה יותר של קרינה אולטרה-סגולה להגיע אל פני כדור הארץ, ואכן באותם אזורים שמעליהם שכבת האוזון הידלדלה ראו עלייה ניכרת באחוזי התחלואה בסרטן עור. אולם בנוסף לפגיעה הבריאותית, ל"חור באוזון" יש עוד השלכות, שכן חדירת קרני ה-UV לשכבות הנמוכות של האטמוספירה פוגעת באיזון בין שכבות האטמוספירה, מה ש"תורם" גם כן ליצירת שינויים אקלימיים.

כדי להפסיק את הפגיעה באוזון נחתם בשנת 1987 הסכם מונטריאול, האוסר שימוש בכימיקלים שאחראים לפגיעה באוזון. במעקב שבוצע על החור באוזון בעשרים השנים האחרונות נמצא שקצב הידלדלות האוזון פחת משמעותית, וזאת הודות לאותן תקנות המגבילות את השימוש בפריאונים בתעשייה ובתרכיבים.

האם האדם אחראי לשינוי האקלים?

כדי לתרגם את משחק הטריס של כדור הארץ לשפה קצת יותר מדעית, אפשר לספור את הבלוקים של הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה ביחידות של ppm (parts per million), כמה מולקולות של פחמן דו-חמצני יש במיליון מולקולות של

אוויר. כפי שכבר ציינו, מחקרים מדעיים רבים הראו כי האדם הוא האחראי העיקרי לעליית רמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה במאתיים השנה האחרונות, עקב שריפת דלקי מאובנים. כמו כן, כבר הסברנו את הקשר שבין עלייה ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה לבין התעצמות "אפקט החממה" ושינוי האקלים

הגלובלי. [כמעט כל המדענים](#) שעוסקים בחקר האקלים טוענים שאין ספק שרוב שינוי האקלים הנצפה מקורו בפעילות אנושית.

מכחישי שינוי האקלים, לעומת זאת, טוענים כי תרומת האדם לסך כל גזי החממה היא מזערית (כ-10 אחוז בלבד), אך הנתונים לגבי ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה לא משקרים: במשך מאות אלפי השנים האחרונות ריכוז הפחמן הדו חמצני עמד [על כ-280ppm](#). אולם מאז תחילת המהפכה התעשייתית, לפני כ-200 שנה, ועד היום ריכוז זה עלה בכ-45 אחוז. נכון לעת כתיבת שורות אלו, [ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה עומד על 405.6ppm](#). העלייה ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה בשתי המאות האחרונות קשורה קשר הדוק לפליטה של פחמן דו-חמצני מבעירה מלאכותית של דלקי מאובנים, ואין בכך שמץ של ספק.

מהו הסכם פריז ולמה טראמפ מתנגד לו?

שינוי האקלים הוא משחק שכולנו תקועים בו, אך בניגוד לטריס, לנו לא תהיה הזדמנות להתחיל מחדש את המשחק ולנסות שוב. עם זאת, כפי שהאנושות היא זו שהביאה על עצמה את הסכנה הזאת, כך גם לאנושות יש את היכולת למזער ולצמצם את הנזקים.

הסכם פריז נחתם ב-12 בדצמבר 2015 במהלך ועידת האקלים של האו"ם. הסכם זה נועד לספק את הכלים הנדרשים להגבלת ההתחממות הגלובלית לפחות משתי מעלות צלזיוס במוצע, בין היתר על ידי עידוד צמצום פליטת גזי חממה והגברת המימון והתמיכה בפרויקטים למזעור נזקי שינוי אקלים ברחבי העולם. כדי להבטיח את יישום ההסכם התחייבה כל מדינה לגבש סדרת יעדים וצעדים ברורים ליישום, כאשר מדי חמש שנים יתכנסו ממשלות העולם לדווח על מצב ההתקדמות. מתנגד להסכם פריז | צילום: רויטרס



[טראמפ מתנגד בחריפות להסכם האקלים שנחתם בפריז](#), משום שלטענתו שינוי

האקלים הוא בכלל קונספירציה סינית, שנועדה לפגוע בתעשייה ובכלכלה האמריקנית. שעות ספורות לאחר שנכנס לתפקיד כבר הצהיר כי הוא ידאג לביטולן של ההתחייבויות שעליהן חתמה ארה"ב במסגרת הסכם פריז. אם ארה"ב, שיחד עם סין אחראית לפליטת הכמויות הגדולות ביותר של גזי חממה, אכן תפרוש מהסכם פריז, לא רק שלא תהיה הפחתה בפליטת גזי החממה של ארה"ב, אלא שהיא אף תעלה, שכן טראמפ הינו תומך נלהב של תעשיית הפחם והנפט האמריקנית. כמו כן, בעת חתימת הסכם פריז, ארה"ב הייתה זו שהובילה את המאבק בשינוי האקלים הגלובלי, ויציאתה מההסכם עשויה לגרור את יציאתן של מדינות נוספות, ובכך לגרום לקריסה של ההסכם כולו.

מה ישראל עושה וצריכה לעשות כדי כנגד שינוי האקלים?

היעד הלאומי של ישראל להפחתת פליטות גזי חממה, כפי שהצהירה [הממשלה בספטמבר 2015](#), הוא כי עד שנת 2030 יופחתו הפליטות לנפש ב-26 אחוז לעומת שנת 2005, כך שהפליטה לנפש תהייה 7.7 טון פחמן דו-חמצני, לעומת 10.4 בשנת 2005.

באפריל 2016 ממשלת ישראל אישרה תוכנית לאומית להפחתת גזי חממה אשר בין השאר קובעת צעדים ותקציבים משמעותיים לעידוד יעול המשק, קידום אנרגיות מתחדשות והפחתת הזיהום מתחבורה.

יש לא מעט דרכים שבהן מדינת ישראל יכולה להפחית את פליטת גזי החממה: עצירה של תכניות להקמת פרויקטים מזהמים, העתקת סובסידיות שניתנות כיום לחברות המפיקות דלק מאובנים לחברות המייצרות אנרגיה מתחדשת, קידום ומימון טכנולוגיות ירוקות חדשות ומקיימות, עידוד צריכת מזון צמחי והפחתה בצריכת מזון מהחי, [שייצור פולט כמות גדולה של גזי חממה](#), ריכוז מאמצי הפיתוח לתחומי הערים הקיימות והימנעות מפיתוח שכונות פרבריות ויישובים חדשים, הקצאת המשאבים הנדרשים לפיתוח התחבורה הציבורית בישראל, ועוד.

ומה אני יכול/ה לעשות?

לכל החלטה ופעולה שאנחנו עושים יש השפעה על הסביבה וגם על האקלים. להלן כמה המלצות פשוטות ויומיומיות שיכולות לסייע, ולו במעט: השתמשו כמה שיותר בתחבורה ציבורית או באופניים, דאגו לכך שהרכב שבבעלותכם מתוחזק כראוי, השתמשו במקורות אנרגיה מתחדשים (דודי שמש, סוללות נטענות וכו'), תלו את הכביסה לייבוש בשמש, השתמשו בנורות ובמכשירי חשמל חסכוניים, הימנעו מבזבוז מים, הפרידו ומחזרו אשפה, השתמשו בכלים רב-פעמיים וצמצמו בצריכת מוצרים מן החי.

שינוי האקלים יביא עמו אתגרים כלכליים, סביבתיים ובריאותיים. ככל שיהיה
בידינו יותר ידע והבנה, נהיה מוכנים טוב יותר להתמודד עמם.
[הכתבה הוכנה על ידי "זווית – סוכנות ידיעות למדע ולסביבה"](#)

קישורים

שינויי אקלים - מכון ויצמן- דוידסון

<https://davidson.weizmann.ac.il/category/%D7%AA%D7%92%D7%99%D7%95%D7%AA-%D7%93%D7%95%D7%99%D7%93%D7%A1%D7%95%D7%9F-online/%D7%A9%D7%99%D7%A0%D7%95%D7%99%20%D7%94%D7%90%D7%A7%D7%9C%D7%99%D7%9D?page=1>

כתבת עיתונות - <https://news.walla.co.il/item/3191924>

<https://pop.education.gov.il/tchumey daat/geography adam sviva/chativat-beynayim/noseem nilmadim/hithamemut cadur aretz/>

פורטל עובדי הוראה המרחב הפדגוגי עם פעילויות מומלצות

המשרד לאיכות הסביבה - סרטון תדמית - 2 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=KZFnGMeXvgc>

זיהום האוויר הורג – 1:44

<https://www.youtube.com/watch?v=SL9QWqnDA-Q>

התחממות עולמית – סרט אנימציה -4 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=7YSRtBcdzAc>

איכות הסביבה 2013 – מצב האוויר – 1:36

<https://www.youtube.com/watch?v=d6sfln8mjQo&t=68s>

התחממות כדור הארץ – 5 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=ErJI6vzM2Mc>

תשמור על העולם ילד – התחממות כדור הארץ – 4:20 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=GOrb-8UHJQ8>

התחממות כדור הארץ

<https://www.youtube.com/watch?v=AL6BaPJI1Yk&t=51s>

התחממות כדור הארץ 2015- ועידת האקלים – 7 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=-xiE7ns8qYw>

ועידת האקלים – 2015 חדשות – 4 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=scrce-ODF3w>

שינוי אקלים – גזי חממה אפקט חממה איך נוצר. 1 דקה

https://www.youtube.com/watch?v=7MVQyN4lv_8

נוקי שינויי אקלים – 30 שניות

<https://www.youtube.com/watch?v=1M8sdTjmnfk>

פליטת גזי חממה - 7 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=Z-WWYQ0rcmc&t=132s>

התחממות כדור הארץ – 4 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=iOAxXcpH6wY>

זיהום אוויר בעיות ופתרונות - לבנה וול

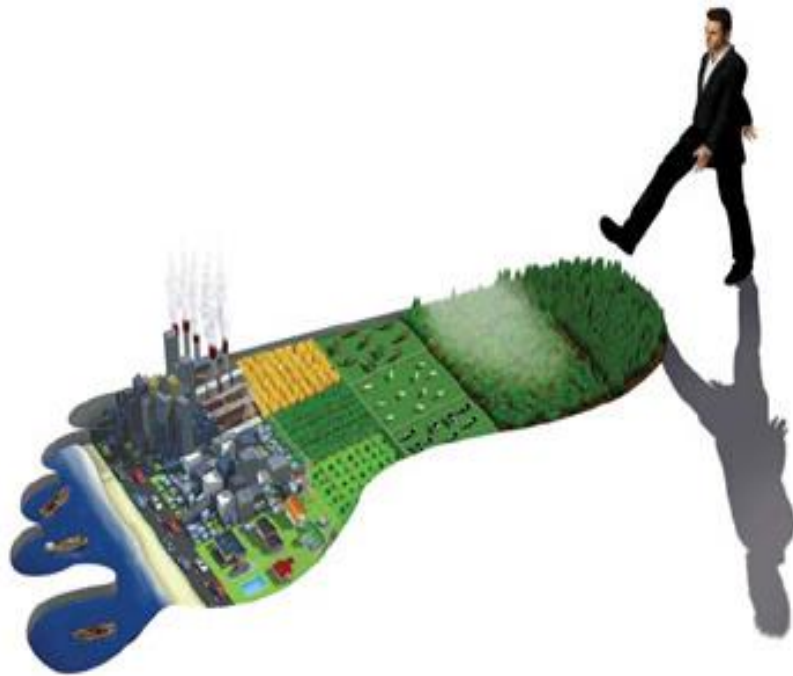
יום כדור הארץ

<https://www.teva.org.il/?CategoryID=11708&ArticleID=24140>

יום כדור הארץ הוא יום בין-לאומי שקבע האו"ם בשנת 2009, והוא חל בכל שנה ב-22 באפריל בכל רחבי העולם. מטרתו של יום זה היא להעלות את המודעות של כל בני האדם ליכולתם להשפיע על השמירה על כדור הארץ באמצעות התנהלות יום-יומית נכונה ועל בסיס צריכת משאבים יעילה ומקיימת. האירוע הכלל-עולמי מעביר מסר גלובלי רב עוצמה ולפיו ביכולתנו לנקוט פעולה משמעותית ואפקטיבית לצמצום הפגיעה בכדור הארץ באמצעות דרכים פשוטות ביותר: **פועלים במישור האישי והמקומי ומשפיעים במישור העולמי**. בשנים האחרונות מתקיימים ביום זה אירועים שונים בכל רחבי הארץ. אחד מהאירועים הללו הוא "שעת כדור הארץ", שמהותה כיבוי אורות למשך שעה לאות הזדהות עם מהלך עולמי להגברת המודעות להתחממות הגלובלית.

מדריך למדעי כדור הארץ טביעת רגל אקולוגית

51-58	העץ הנדיב	יחידה 1
59-63	מהי טביעת רגל אקולוגית	יחידה 2
64-75	הגולה הכחולה	יחידה 3
76-85	הנבואה האינדיאנית	יחידה 4



יחידה 1

העץ הנדיב

ההבנה הגדולה: עלינו לשמור על המשאבים כדי להמשיך להתקיים
מושגים מרכזיים: משאבים משאבים מתכלים משאבים מתחדשים צריכה

פעילות פתיחה:

א. העץ הנדיב

קישורים: [העץ הנדיב 1](#) [העץ הנדיב – הקראה](#)

הטקסט המלא בדף הבא

פעילות: הקראה / השמעה / צפיה בסיפור

מומלץ לעצור תוך כדי ולשאול

- נסו להגדיר מתוך הסיפור אלו משאבים של העץ מתחדשים ואילו מתכלים (או מתחדשים בקצב איטי מאוד)
- תנו דוגמא לצריכה נבונה של המשאבים של העץ על ידי הילד (עושה כתרם מהעלים, מטפס על העץ, מתנדנד על הענפים, אוכל פירות, משחק מחבואים, נרדם בצל).
- האם הנקודות הבאות בסיפור הן צרכנות נבונה או דלדול משאבים?
מכירת תפוחים, קיצוץ ענפים, כריתת הגזע
- מהי נקודת השינוי בצריכה?
- שאלה לדין מסכם: מה אפשר ללמוד מהסיפור לגבי המשכיות, ראית העתיד?

העץ הנדיב / של סילברסטיין

פעם אחת היה עץ...
והוא אהב ילד קטן אחד
וכל יום הילד היה בא ואוסף את העלים של העץ
ועושה מהם כתרים ומשחק במלך היער.
הוא היה מטפס על הגזע ומתנדנד על הענפים ואוכל תפוחי עץ והם היו
משחקים מחבואים
וכשילד היה מתעייף הוא היה נרדם בצילו של העץ
והילד אהב את העץ... מאד
והעץ היה מאושר.

אך הזמן חלף לו והילד הלך וגדל
ולעיתים קרובות העץ נשאר לבדו
ואז הילד בא יום אחד אל העץ
והעץ אמר: " בוא ילד, בוא תטפס על הגזע שלי,
תתנדנד על הענפים ותאכל תפוחים ותשחק בצילי ותהייה מאושר".
"אני יותר מידי גדול בשביל לטפס ולשחק" אמר הילד.
"אני רוצה לקנות דברים ולעשות חיים, אני רוצה קצת כסף, אתה יכול לתת לי קצת כסף?"
"אני מצטער" אמר העץ "אבל אין לי כסף, יש לי רק עלים ותפוחים. קח את התפוחים שלי, ילד, תמכור אותם בעיר וכך יהיה לך כסף
ותהייה מאושר".
ואז הילד טיפס על העץ וקטף ממנו את התפוחים ולקח אותם איתו.

והעץ היה מאושר.

אבל הילד הלך ולא חזר הרבה זמן...
והעץ היה עצוב,
ואז יום אחד הילד חזר והעץ רעד מרוב שמחה ואמר: " בוא, ילד, תטפס על הגזע שלי ותתנדנד על הענפים שלי ותהייה מאושר".
"אני יותר מידי עסוק בשביל לטפס על העצים" אמר הילד "אני רוצה בית שיהיה לי חם" הוא אמר "אתה יכול לתת לי בית?"
"אין לי בית" אמר העץ "היער הוא ביתי אבל אתה יכול לקצץ את הענפים שלי ולבנות בית ואז תהייה מאושר".
הילד קיצץ לעץ את ענפיו ולקח אותם איתו לבנות את ביתו.

והעץ היה מאושר.

אבל הילד הלך ולא חזר הרבה זמן
וכשהוא חזר העץ היה כל כך מאושר שבקושי הצליח לדבר.
"בוא ילד" הוא לחש "בוא תשחק".
"אני יותר מידי זקן ועצוב בשביל לשחק" אמר הילד.
"אני רוצה סירה שתיתקח אותי הרחק מכאן. אתה יכול לתת לי סירה?"
"כרות את הגזע שלי ותעשה לך סירה" אמר העץ. "כך תוכל להפליג למרחקים ותהייה מאושר".
הילד כרת לעץ את הגזע ובנה לו סירה והפליג למרחקים.
והעץ היה מאושר, אבל לא מאושר ממש.
ואחרי הרבה זמן הילד חזר שוב.
"אני מצטער ילד" אמר העץ "אבל לא נשאר לי שום דבר לתת לך. התפוחים שלי כבר אינם".
"השיניים שלי יותר מידי חלשות בשביל תפוחים".
"הענפים שלי כבר אינם" אמר העץ, "יותר לא תוכל להתנדנד עליהם".
"אני יותר מידי זקן בשביל להתנדנד על ענפים" אמר הילד.
"הגזע שלי כבר איננו" אמר העץ "לא תוכל לטפס".
"אני יותר מידי עייף בשביל לטפס" אמר הילד.
"אני מצטער" אמר העץ "הלוואי שיכולתי לתת לך משהו אבל לא נשאר לי כלום, אני סתם גזע כרות וזקן, אני מצטער...
"אני לא צריך הרבה עכשיו" אמר הילד, "רק מקום שקט לשבת ולנוח, אני עייף מאד".
"אם כך" אמר העץ וזקף עצמו כמה שרק הצליח, "אם כך גזע כרות זקן הוא כן טוב בשביל לשבת ולנוח. בוא ילד, שב לך ותנוח".
והילד ישב והעץ היה מאושר.
סוף

ב. חוני המעגל

קראו עם התלמידים את הקטע הבא. הסבירו אותו ודונו ברעיונות העולים ממנו.

פַּעַם אַחַת הָיָה מְהַלֵּךְ בַּדֶּרֶךְ, רָאָה אָדָם אֶחָד שֶׁהוּא נוֹטֵעַ חֲרוֹב.
אָמַר לוֹ: זֶה לְכַמָּה שָׁנִים טוֹעַן פְּרוֹת?
אָמַר לוֹ: לְשִׁבְעִים שָׁנָה.
אָמַר לוֹ: כָּלוּם בְּרִי לָךְ שֶׁתַּחֲיֶיהָ שִׁבְעִים שָׁנָה, וְתֹאכַל מִמֶּנּוּ?
אָמַר לוֹ: אֲנִי מְצַאֲתִי אֶת הָעוֹלָם בְּחֲרוֹבִים; כָּשֶׁם שֶׁנִּטְעוּ אֲבוֹתַי לִי כִּי אֶטַע אֲנִי
לְבָנִי.
יָשַׁב חוֹנֵי לְאָכַל, נָפְלָה עָלָיו שָׁנָה וְנִתְנַמְנָם

שאלה לדיון : מה אפשר ללמוד מהסיפור לגבי המשכיות, ראית העתיד?

שאלות להמשך הדיון:

- האם ניתן להשוות בין הסיפורים ובין היחסים של האנושות וכדור הארץ ?
- אלו מעשים שהאנושות עושה דומה למעשיו של הילד מהעץ הנדיב?
- אילו מעשים דומים למעשיו של חוני המעגל?
- מה קורה לכדור הארץ בעקבות הפעילות האנושות ?
- איזה סוף אחר הייתם מציעים לסיפור על העץ הנדיב?



1. קנה ובנה

כל היצורים החיים צורכים משאבים מסביבתם.

מה מבדיל בין בני האדם לבין יצורים חיים אחרים?

בני האדם שכללו מאוד את יכולתם לצרוך ולהפיק משאבים מסביבתם הטבעית. אנחנו צורכים הרבה משאבי טבע, ועם הזמן למדנו לעשות זאת מהר יותר וביעילות גדולה יותר. כשבוחנים ביתר פירוט משאבי טבע שונים אפשר לראות כי יש משאבים מתכלים ויש משאבים שהטבע מסוגל לחדש. כל משאב וקצב ההתחדשות האופייני לו. זמינות המשאבים וקצב ההתחדשות של משאבים מתחדשים אינם אחידים במקומות שונים בכדור הארץ.

הבעיה היא שבמקרים רבים אנחנו משתמשים יותר מדי במשאבים המתכלים, ובמקרים רבים אחרים אנחנו צורכים משאבים מתחדשים מהר יותר מקצב התחדשותם. לקוח מתוך [אתר סביבה "טביעת הרגל האקולוגית"](#) המשרד להגנת הסביבה 2010

נקודות אפשריות לדין ושיחה:

- האם משאבי הטבע מובנים מאליהם?
- האם אנו מודעים למגבלת הכמות של משאבים בעולם?
- האם אנו מבינים כי יש שוני בזמינות המשאבים השונים?
- מה יכול היה לקרות אילו משאבים מתחדשים לא היו מתחדשים? (למשל, לא היו יורדים גשמים, צמחים לא היו מצמיחים פירות, חקרים לא היו עושים האבקה, לא היו יותר דגים בים לאחר הדיג, פסולת בטבע לא היתה מתפרקת?)

מושגים: משאבים מתכלים, מתחדשים וצריכה.

מהם משאבים? משאבים הם כלל האמצעים העומדים לרשות אדם, ארגון או מדינה, שבעזרתם אפשר להשיג או לייצר מוצרים ושירותים או לספק צרכים כלשהם.

אפשר לחלק את המשאבים לכמה קבוצות:

- **משאבי טבע וסביבה** – חומרים שהאדם מנצל – המצויים באוויר, במים, במעמקי האדמה ועל פניה, ובהם: קרינת השמש, קרקע, אוויר, מים, מינרלים, חומרי גלם, צומח, בעלי חיים, נופים ועוד.
- **מחצבים** – חומרים מן הטבע בעלי ערך כלכלי – המופקים בכרייה, בחציבה או בשאיבה. לדוגמא: פחם, מלח, ברזל ונפט.
- **משאב מתכלה** – משאב טבעי שכמותו על פני כדור הארץ מוגבלת, וככל שמשתמשים בו הוא הולך ואוזל.
מאחר שהתחדשותו אורכת שנים רבות מאוד (לעתים מליוני שנים), מתייחסים אליו כאל משאב שאינו מתחדש, לדוגמא – נפט ופחם.
- **משאב מתחדש** – חומר טבעי המתחדש בהתמדה ומנוצל על ידי האדם, לדוגמא: קרינת השמש, קרקע, צמחייה ודגה.

ההגדרות לקוחות מתוך הספר: [קישור: הפיתוח והתכנון המרחבי בהוצאת מט"ח עמוד 25](#)

שאלה: לאילו משאבים היה זקוק העץ הנדיב כדי להצמיח ענפים, עלים, פירות, גזע?
תשובה: אדמה, מים, אור שמש, אוויר.

2. רעיון לפעילות: מה מתחדש?

מה מתחדש?

אפשר לערוך כחידון או לתת כרשימת שאלות לעבודה בכיתה.

המורה מכינה מראש רשימה של משאבים (ומקורות) שחשובים לתפקודי היום-יום שלנו, קוראת ממנה בקול, ושואלת בנוגע לכל אחד מהם:

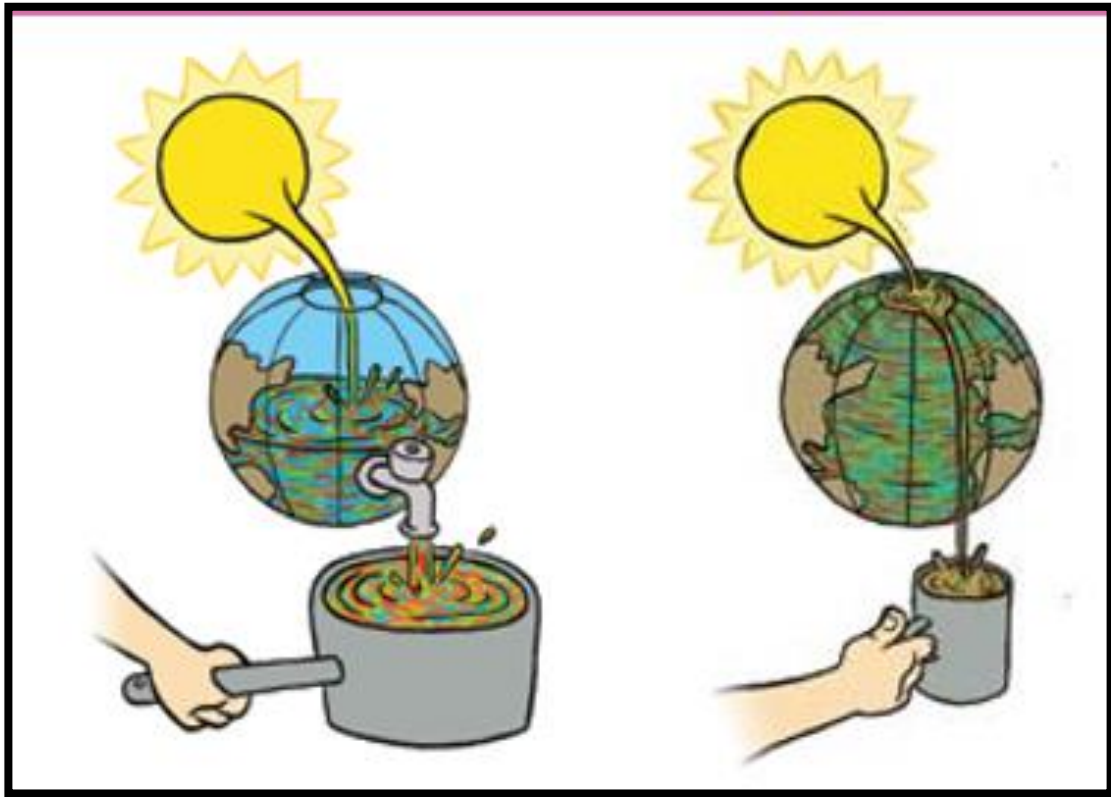
(א) האם הוא מתחדש?

(ב) נסו לשער מהו כיום קצב ההתחדשות העולמי של המשאב לעומת קצב צריכתו (גדול יותר, קטן יותר, זהה).
דוגמאות מוצעות למקורות או משאבים: מים (לשתייה, לחקלאות, לרחצה, לשימוש ביתי כמו ניקיון והכנת מזון); אנרגיה (לייצור חשמל, להנעת כלי תחבורה); יכולת פירוק חומרים במערכות טבעיות (שהמשאב המתחדש שלה הוא אוכלוסיות היצורים הזעירים המפרקים פסולת וכושר תפקודן); מזון מהצומח (דגנים, אורז, תירס, ירקות ופירות); מזון מהחי (דגים מהים, דגים מגידול מלאכותי, עופות, צאן ובקר); תבלינים (פלפל, קינמון, הל-קרדמון, כמון); קרקע (לחקלאות, לבניית יישובים ומבנים לבילוי, לתעשייה, למסחר); חמצן באוויר; חומרי גלם שונים (סיבים מהצומח ומהחי כמו כותנה, צמר, פשתן; עור לנעליים, תיקים וחגורות; מתכות כמו ברזל, כסף, זהב, נחושת, אלומיניום; חצץ וחול לבנייה; חומר לקדרות והכנת כלי אוכל).

אם מקיימים את הפעילות כמשחק טריוויה, אפשר לנהל כאחד ממשחקי הטלוויזיה, ללוות אותו בהקרנת תמונות ובעזרה מן הקהל (הכיתה) למתמודד או למתמודדים. ואפשר גם שהתלמידים או קבוצות תלמידים יכינו את השאלות למשחק.

3. ביצועי הבנה:

מה רואים באיור? מה ההבדל בין שני חלקיו?



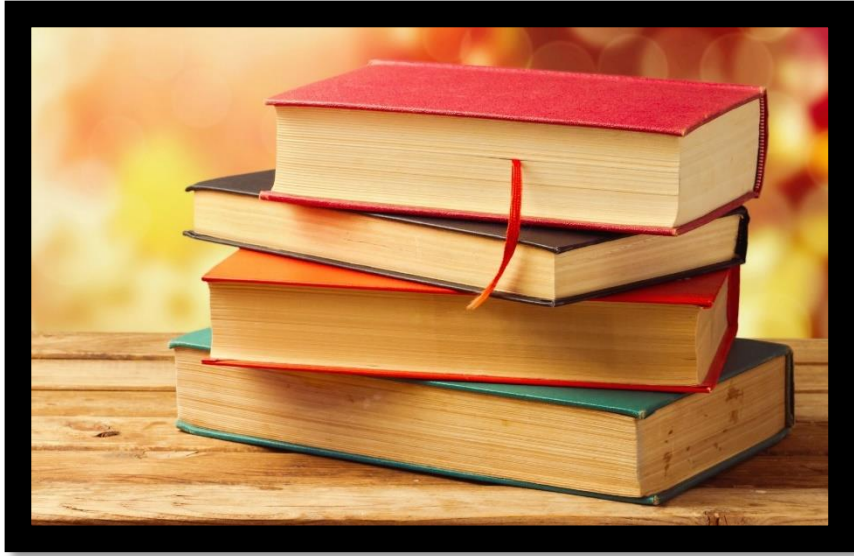
שאלה: מה מייצגים הנוזל הצבעוני, הברז, הסיר והספל?

תשובה: הנוזל מייצג אנרגיה המגיעה מהשמש ואת קצב ההתחדשות של המשאבים על פני כדור הארץ, הספל מייצג כמות צריכה שמתחדשת, הסיר מייצג צריכה גדולה מידי שאינה יכולה להתחדש ומאיימת לרוקן את משאבי כדור הארץ.

איזה חלק באיור מתאר את החיים של בני האדם היום על פני כדור הארץ?

4. **ביצוע הבנה** : התבוננו בתמונות המופיעות בדף הבא ורשמו אילו משאבים כלולים בתהליך

היצור שלהם. אלו משאבים מתחדשים ואילו מתכלים?



יחידה 2

טביעת רגל אקולוגית



ההבנה הגדולה:

מאחורי כל הדברים הנראים לעין, יש דבר מה גדול יותר

מושגים מרכזיים:

טביעת רגל אקולוגית
משאבים מתחדשים / מתכלים

1. פעילות פתיחה:

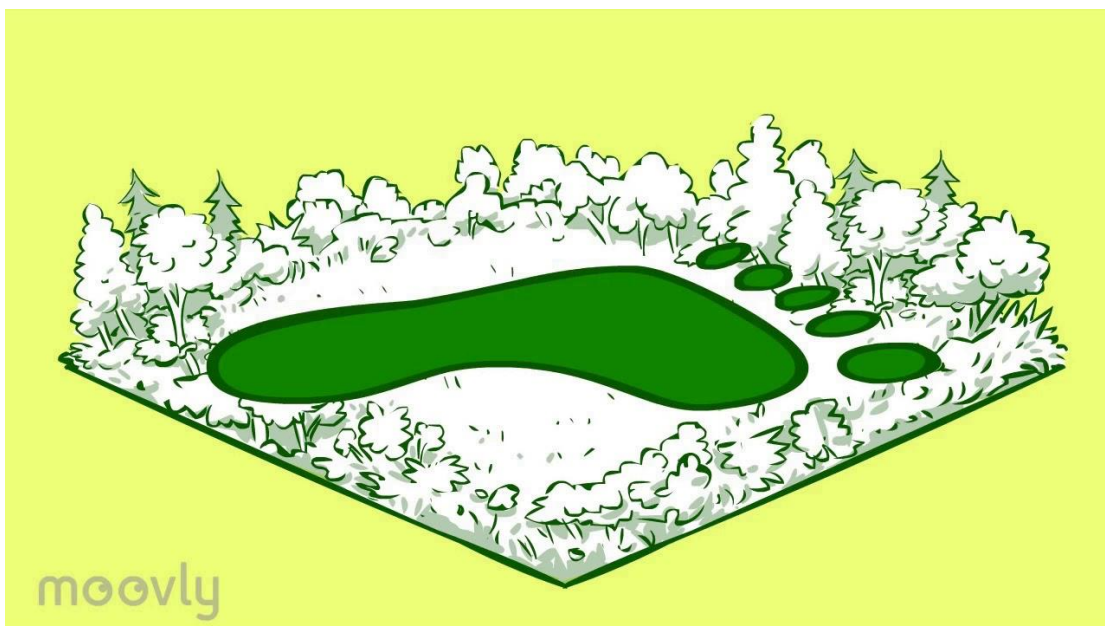
צפו בסרטון הבא: "[חי צומח דומם](#)" – טביעת רגל אקולוגית

שמש אסוציאציות כמה שיותר רעיונות או דברים המתקשרים למילים: טביעת רגל,

רגל, כף רגל, צעד.

שאלות לדין:

- מדוע לדעתכם משתמשים במונח "טביעת רגל אקולוגית"?
- לכמה זמן נשאר רישומה של טביעת רגל?
- מה הקשר בין אופי המקום שעליו הולכים לבין טביעת הרגל שמוטבעת? (תלוי בחומר שעליו או בתוכו הולכים – בוץ לעומת אמה יבשה, חול וכדומה)





האם אתם חוסכים בחשמל?



איך אתם מגיעים לבית-הספר?



כיצד אתם חוסכים במים?

• מה הקשר בין האופן שבו

הולכים לבין טביעת הרגל

שמוטבעת?

2. התבוננו בתמונות הבאות ונסו לשער למה מכוונות השאלות בתמונות?

לאחר ההתבוננות בתמונות עברו לפעילות המתקשבת:

3. פעילות מתקשבת - טביעת רגל אקולוגית - המשחק (מרכז השל לקיימות)

כל תלמיד בודק מהי טביעת הרגל האקולוגית שלו.

לאחר מילוי השאלון שוחחו עם התלמידים:

איך הרגשת כשמלת את השאלון?

מה חסר בשאלון?

מה לא מובן?

מה היו התוצאות?

מה למדתי מהשאלון?

אילו שאלות נראות לך חשובות לך ולאורח חייך?

מה היית מוכן לשנות בחייך?

טביעת הרגל האקולוגית

אנחנו צורכים, משתמשים ומתקיימים בעזרת הטבע. אבל לכמה טבע אנחנו זקוקים? המדד של 'טביעת הרגל האקולוגית' הומצא בתחילת שנות ה-70 של המאה ה-20 על ידי זוג חוקרים קנדיים William Rees ו, Mathis Wackernagel - מאוניברסיטת בריטיש קולומביה. המודל הוא כלי ממשק המנסה למדוד את גודל השטח הנדרש לקיומו של אדם, קהילה, מדינה או האנושות כולה.

הרעיון הבסיסי שהנחה אותם היה, שכפי שבחשבון הבנק שלנו אפשר לבדוק מה נכנס ומה יוצא (פלוס ומינוס – כמה אנחנו מרוויחים לעומת כמה אנו מוציאים), כך אפשר וראוי לבדוק גם באשר למשאבי טבע, כדי לבדוק עד כמה הפעילות האנושית תואמת לזמינות משאבי הטבע או אם היא חורגת ממנה.

החוקרים וקרנגל וריס הציעו את התוצאה של הבדיקה הזו **כמדד כמותי למשאבי הטבע הנדרשים כדי לספק את הצרכים האנושיים ולקלוט את הפסולת שאנו יוצרים.**

זו שיטת חישוב (חשבונאות סביבתית) שמשווה בין מה שאנחנו עושים וההשפעות של הפעילויות האלו על הסביבה לבין היכולת של כדור הארץ לתמוך בפעילותנו ולספק את צרכינו. השיטה עוסקת בעיקר במשאבים המתחדשים ובודקת את מידת הצריכה שלנו אותם בהשוואה לזמינותם או לקצב התחדשותם הטבעית ואת אופן ההשפעה של צריכתם על מערכות אקולוגיות.

בדיקת דפוסי השימוש שלנו במשאב (הקצב והמשך של השימוש בו לעומת זמינותו וקצב התחדשותו).

לקוח מתוך [אתר סביבה "טביעת הרגל האקולוגית"](#) המשרד להגנת הסביבה 2010

'טביעת הרגל האקולוגית' מנסה לענות על השאלה: **כמה מהשטח הפעיל ביולוגית על פני כדור הארץ נדרש כדי לקיים את האדם?** לשם כך המדד מחשב לא רק את השטח שבו האדם גר, אלא את כל השטח הנדרש כדי לספק לאדם את כל הצרכים לקיומו – מזון שהוא אוכל, חומרי טבע שונים שהוא משתמש בהם, אנרגיה שהוא משתמש בה לצרכיו השונים, תשתיות שהוא מקים, שירותי פינוי וטיהור פסולת שהוא משתמש בהם ועוד. בנוסף לכך המדד מחשב את גודל השטח הנדרש כדי לקלוט את תוצרי הלואי של פעילות האדם.

קטגוריות של חישוב טביעת הרגל האקולוגית: סך כל הקרקעות הפוריות המשמשות ישירות למשאבי אדם: אדמה חקלאית, מרעה ויער לכריתה למוצרי נייר ועץ. שטח הים המשמש לדיג אינטנסיבי. שטח היער הדרוש כדי לקלוט את הפחמן הדו-חמצני הנפלט ממקורות שונים. אדמה בנויה וסלולה הנחשבת כשטח שאינו מספק שירותי מערכת אקולוגית. שטחים שמורים

(למשל שמורות טבע), המיועדים לשימור המגוון הביולוגי. לאחר חישוב יחידת השטח הנדרשת לקיומו של האדם, ניתן להשוות בין סך השטח הנדרש ובין סך השטח הזמין כדי לחשב מהו אחוז השטח המנוצל. שטחים פוריים מבחינה ביולוגית כוללים שטחים כמו שטחי חקלאות, יערות ושטחי מדגה, ואינם כוללים מדבריות, קרחונים ואת האוקיינוס הפתוח.

מושג זה מבוסס על ההבנה כי האדם המודרני ובעיקר בחברה המערבית, בהיותה חברה צריכה, יוצרת עומס על הסביבה ומבזבזת את משאבי כדור הארץ.

מתוך: <http://earthweb.tau.ac.il> קישור: טביעת רגל אקולוגית

ומתוך הספר הפיתוח והתכנון המרחבי עמוד 252

5. ביצועי הבנה:

בדיקה – נסו לתאר את טביעת הרגל האקולוגית שלכם, מה היא כוללת?

יצירה – צרו את טביעת הרגל האקולוגית שלכם (קולאז', ציור, חימר, מצגת, חידון)

6. מבט הומוריסטי

קישור לסרטון הומוריסטי

בנושא טביעת רגל אקולוגית

- כף רגלי האקולוגית



יחידה 3

הגולה הכחולה

ההבנה הגדולה: כמה כדורי ארץ צריכה האנושות כדי להתקיים
מושגים מרכזיים: טביעת רגל פחמנית טביעת רגל מימית Overshote day - יום הגירעון

1. פעילות פתיחה: דיון ושאלות מעוררות ענין

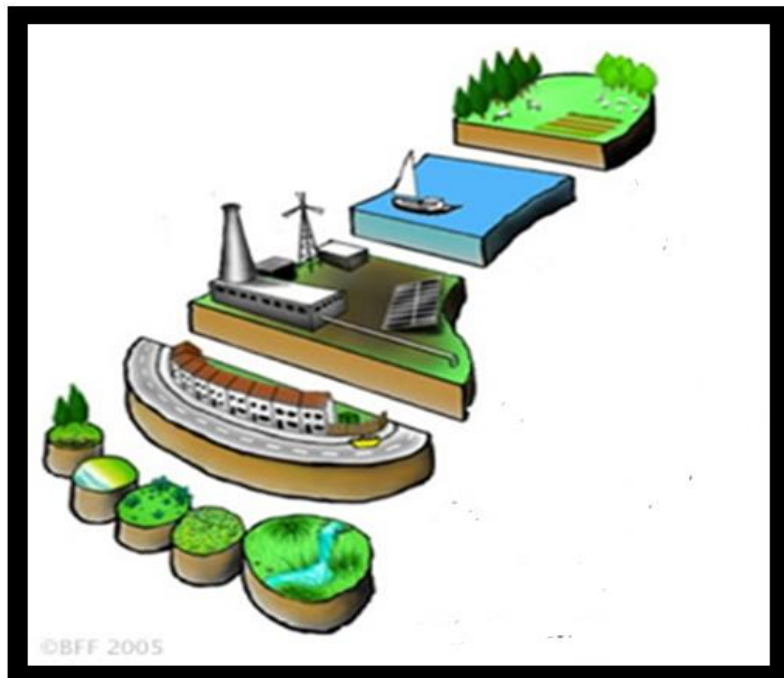
כמה קרקע נדרשת כדי לספק את צרכינו ברמת חיינו הנוכחית, וכמה קרקע יש לנו באמת?

בקשו מהתלמידים לשער כמה קרקע, כמה שטח צורך כל אחד מהם מרגע לידתו ועד מותו?

כמה כדורי ארץ צריך כדי לספק את כל צרכי בני האדם על פני כדור הארץ?

למי יש טביעת רגל אקולוגית גדולה יותר, לישראלי ממוצע או לאפריקאי ממוצע?

למי יש טביעת רגל אקולוגית גבוהה יותר, לאדם עירוני או לאדם כפרי?



**2. מה כוללת טביעת הרגל האקולוגית?
צפו בסרטון הבא**

סרטון בעברית: טביעת רגל פחמנית טביעת רגל מימנית

פעילות מומלצת בעקבות הסרטון

צפו בסרטון כמה פעמים.

- א. צפיה מטרימה - מומלץ לשלוח לתלמידים לפני השיעור לצפיה מטרימה
- ב. לצפות ביחד עם עצירות והסברים
- ג. לעצור בסיום טביעת הרגל הפחמנית ולמלא את הטבלה הבאה.

הפעולות שמגדילות את טביעת הרגל הפחמנית:

פועלות ישירות	כיצד אני יכול להקטין את פליטת הפחמן
פעולות עקיפות	כיצד ניתן להקטין את פליטת הפחמן
	יצרן:
	משווק:
	צרכן:

- ד. שאלה לסיכום: כיצד משפיעה פליטת הפחמן על כדור הארץ?
- ה. פעילות מומלצת טביעת רגל מימית: לפני הצפיה שאלו את התלמידים:
 - כמה שטח מפני כדור הארץ מכוסה מים?
 - מה אחוז המים המתוקים על פני כדור הארץ?
 - איזה שימושים עושים בני האדם במים?
 - נסו לשער כמה ליטר מים לוקחת כל פעולה?
- ו. צפיה בחלק השני של הסרטון: טביעת רגל מימית.

How much water could you save by cutting *one minute* off your shower time?

.5 gallons



1 gallon



2.5 gallons



4 gallons



You use **2.5 gallons** for every minute you spend in the shower. That means a 10-minute shower uses 25 gallons of water.

4. קראו את הנתונים בטבלה הבאה.

- נסו לפרט מה כוללת טביעת הרגל המימית של כל מוצר?
- מה משפיע על כמות המים הסמויים (הוירטואליים)?

מוצר	טביעת רגל מימית (ליטר)
ק"ג בשר בקר	15,400
ק"ג כותנה	10,000
ק"ג אורז	2,500
ק"ג סוכר	1,800
ק"ג קמח חיטה	1,600
ליטר חלב	1,000
המבורגר בלחמניה	2,500
כוס מיץ תפוזים	170
כריך עם גבינה צהובה	90
תפוח	90

לקוח מתוך הכתבה: [כמה מים סמויים אתם צורכים ביום?](#) Ynet 16.2.2014 פרופ' עדי וולפסון

5. ביצועי הבנה:

מה אנחנו יכולים לעשות כדי להקטין את טביעת הרגל המימית שלנו?

סרטונים נוספים בנושא באנגלית

[Water our most precious resource](#)

[טביעת רגל פחמנית](#)

[איפה המים.](#)

[טביעת הרגל של האוכל](#)

[יחסי גומלין אדם טבע \(עברית\)](#)

6. פעילות

נסו לשער למי טביעת רגל אקולוגית גדולה יותר?

[התבוננו במצגת "טביעת רגל אקולוגית מסביב לעולם" \(באתר היל"ה - תחומי דעת - גיאוגרפיה - 10 שני"ל - \)](#)

7. שאלות לתרגול

עיון בתרשים שלפנייך וענה על סעיפים א' – ה'

כותרת: 10 המדינות עם טביעת הרגל האקולוגית הגבוהה ביותר לאדם



א. רשום מה מתארת כל אחת מטביעות הרגל בתרשים שלפנייך?

ב. כיצד מופיעים הנתונים בדיאגרמה? במספרים / באחוזים

ג. מה שם המדינה עם טביעת הרגל הגדולה ביותר?

ד. מה שם המדינה עם טביעת הרגל הקטנה ביותר?

ה. מהו ההפרש?

ו. האם המדינות המופיעות בתרשים הן מדינות ברמת פיתוח גבוהה או נמוכה?

ז. מה ניתן ללמוד מטביעת הרגל האקולוגית על רמת החיים במדינות אלו?

התבונן בתרשים שלפניך וענה על השאלות אי' – ז'

א. התבונן בטביעות הרגל בחלק התחתון של התרשים. אלו 10 המדינות בעלות טביעת הרגל הגדולה ביותר באפריקה.

ב. מה שם המדינה עם טביעת הרגל הגדולה ביותר?

ג. מה שם המדינה עם טביעת הרגל הקטנה ביותר?

ד. מהו ההפרש?

ה. האם המדינות המופיעות בתרשים הן מדינות ברמת פיתוח גבוהה או נמוכה?

ו. מה ניתן ללמוד מטביעת הרגל האקולוגית על רמת החיים במדינות אלו?

ז. מה ניתן ללמוד על המצב במדינות אפריקה מהשוואה זו?

כותרת 1: עשר המדינות עם טביעת הרגל האקולוגית הגדולה ביותר לאדם

כותרת 2: עשר המדינות עם טביעת הרגל האקולוגית הגדולה ביותר לאדם באפריקה



8. קנה ובנה:

איך עובדת השיטה? כיצד מחשבים את טביעת הרגל האקולוגית?

עלינו להבין כי חוץ מהשטח שנדרש לנו כדי לגור ולחיות בו, דרושים שטחים נוספים של כדור הארץ לסיפוק צרכינו ישירות או באופן עקיף (למשל לאספקת מזון, מים, מקורות אנרגיה, חומרי בנייה וחומרי גלם ועוד), והם נחוצים גם לקליטה ולפירוק של חלק מהפסולת שלנו.

חלק גדול מחילוף החומרים של ערים ומדינות מתבסס על שירותי המערכת האקולוגית וכדי ששירותים אלה יוכלו להתקיים נדרשים שטחים פתוחים.

מכאן שגם תושבי הערים (שלכאורה חוסכות בשטח) זקוקים לשטחי קרקע נוספים, שאינם צמודים למקום מגוריהם, לשם תמיכה בקיומם.

השיטה של טביעת הרגל האקולוגית מנסה לשאול זאת כך:

כמה קרקע נדרשת כדי לספק את צרכינו ברמת חיינו הנוכחית, וכמה קרקע יש לנו באמת?

כדי לענות על השאלה, החוקרים פתחו שיטות לאמוד את שטח הקרקע הדרוש לשם כך. שיטת החישוב מנסה למדוד את כל החומרים והאנרגיה שאנו צורכים ופולטים, להמיר אותם למטבע אחיד וקל יחסית להבנה ולהשוואה, והוא שטח הקרקע שהיה נדרש כדי לספק את הצרכים של התושבים במדינה כלשהי, לפי רמת החיים הממוצעת של החברה ולפי רמתם הטכנולוגית הממוצעת. המונח שבו משתמשים אינו סתם שטח קרקע, אלה שטח אדמה יצרני, כלומר השטח הפעיל מבחינה ביולוגית, שיכול באמת להניב את התועלת האמורה.

את השטח שהתקבל בחישוב זה משווים לשטח שיש בפועל לאותה מדינה (החישוב יכול להיעשות גם לעיר גדולה) ובודקים אם מה שצריך גדול או קטן מהשטח שיש במדינה הפועל.

לפיכך, טביעת הרגל האקולוגית של מדינה תלויה בגודל האוכלוסייה שלה ובדפוסי הצריכה שלה לנפש וגם במשאבים הזמינים באותה מדינה (כלומר בשטח הקרקע היצרני שלה ובזמינות משאבים אחרים בשטחה).

אפשר גם לחלק את סך הצריכה של תושבי המדינה במספר התושבים החיים בה לקבל את "טביעת הרגל הממוצעת לנפש", ואת הערך המתקבל בחישוב הזה אפשר להשוות לשטח הפיזי שיש בממוצע לנפש באותה מדינה. כלומר, אפשר לחשב את טביעת הרגל האקולוגית הן לכל המדינה והן לכל נפש במדינה.

לא כל בני האדם צורכים משאבי טבע באותה מידה, ולא כל המדינות צורכות באותה מידה. ההבדלים בין המדינות נובעים מהשוני בכמות של הקרקע ושל משאבי טבע אחרים שבשטחן, במספר בני האדם שחיים בהן, וברמת החיים ואופי הפעילות שלהם.

מהשימוש בשיטה זו מתברר שחלק מן השטחים שערים גדולות בעולם משתמשות בהם למחייתן אינם כלל בתחום מדינתן. השטחים האלה תומכים בערים באמצעות קשרי המסחר העולמיים המאפשרים כיום יבוא ויצוא של משאבים והשפעה על מקומות מרוחקים.

לפיכך, טביעת הרגל האקולוגית של עיר או של מדינה מתרחבת לכלול את סך השטחים על פני כדור הארץ הנדרשים לקיום כלל השירותים והצרכים לתושביה. חישובים אלה הם לרוב חישובי מינימום כי לא כל הפעילויות האנושיות נכללות בהם. לכן לרוב טביעת הרגל האקולוגית הממשית גדולה בהרבה מזו שמחשבים.

מה לומדים מהשימוש בשיטה? כמה כדורי ארץ צריך?

באמצעות כלי זה מנסים לענות על כמה שאלות:

עד כמה האוכלוסייה במדינה מסוימת תלויה ביבוא של משאבים מבחוץ, ועד כמה היא תלויה ביכולת הקליטה העולמית של פסולת, מכיוון שאינה מסוגלת לטפל בפסולת שלה בתחומיה?

כמה שטח יבשתי נחוץ לאוכלוסיית העולם כולו כדי לספק לעצמו משאבים, לטפל בפסולת שהיא מייצרת, ולבצע תהליכים תומכי חיים?

ובעתיד – האם יהיה די ביכולת היצרנות הכלל עולמית של הטבע כדי לספק את הציפיות לעליה ברווחה חומרית של אוכלוסיית האדם?

כמה כדורי ארץ דרושים היום כדי לקיים את האוכלוסייה האנושית ברמת חייה הנוכחית?

לאוכלוסייה האנושית יש כבר כיום בעיות רבות, למשל מיליוני בני אדם סובלים ממחסור במים וקצב השאיבה העולמית גדול מקצב התמלאות האקוויפרים (מי התהום). אזורי דיג רבים בעולם נוצלו ניצול מירבי או שכבר קרסו ואינם יכולים לספק עוד דגים.

לאלה יש להוסיף את המשאבים הנוספים שנדרשים כדי להתמודד עם שינויי האקלים ואת אבדם המיניים המואץ שפוגע בפרוטנציאל הקיום וההתפתחות האנושית בעתיד.

לפי החישובים כבר בשנות ה 80 של המאה ה 20 הייתה טביעת הרגל האקולוגית העולמית הכללית גדולה מהשטח היצרני והמתחדש בכדור הארץ.

מאמרים נוספים בנושא:

כמה בני אדם יכול כדור הארץ לקיים ג'ואל א. כהן

9. הידעת?

כמות המשאבים שמתחדשת בעולם בתוך שנה נצרכת בתוך כתשעה חודשים בלבד. זה אומר שעולם נמצא בגרעון.

צפו בסרטון : Overshoot day - יום צריכת יתר או יום הגירעון

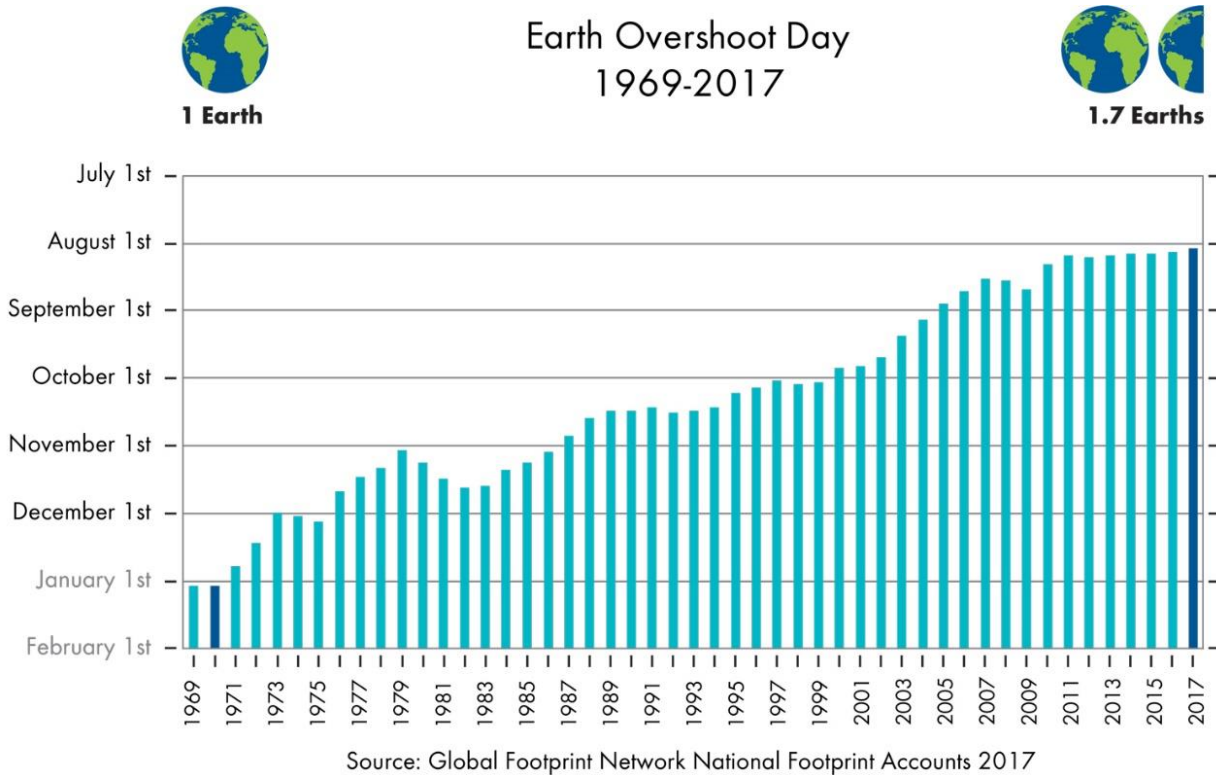
בשנת 2017 היה יום הגירעון ב 2 באוגוסט

לקוח מאתר : overshoot day

בישראל טביעת הרגל האקולוגית גבוהה יותר מהמשאבים שיש לנו. אם כל בני האדם בעולם יחיו כמונו ויצרכו כמונו – נצטרך כמה כדור ארץ כדי לספק את הצרכים של כולם.

10. שאלות לתרגול
התבוננו בגרף הבא ותארו מה אתם רואים?

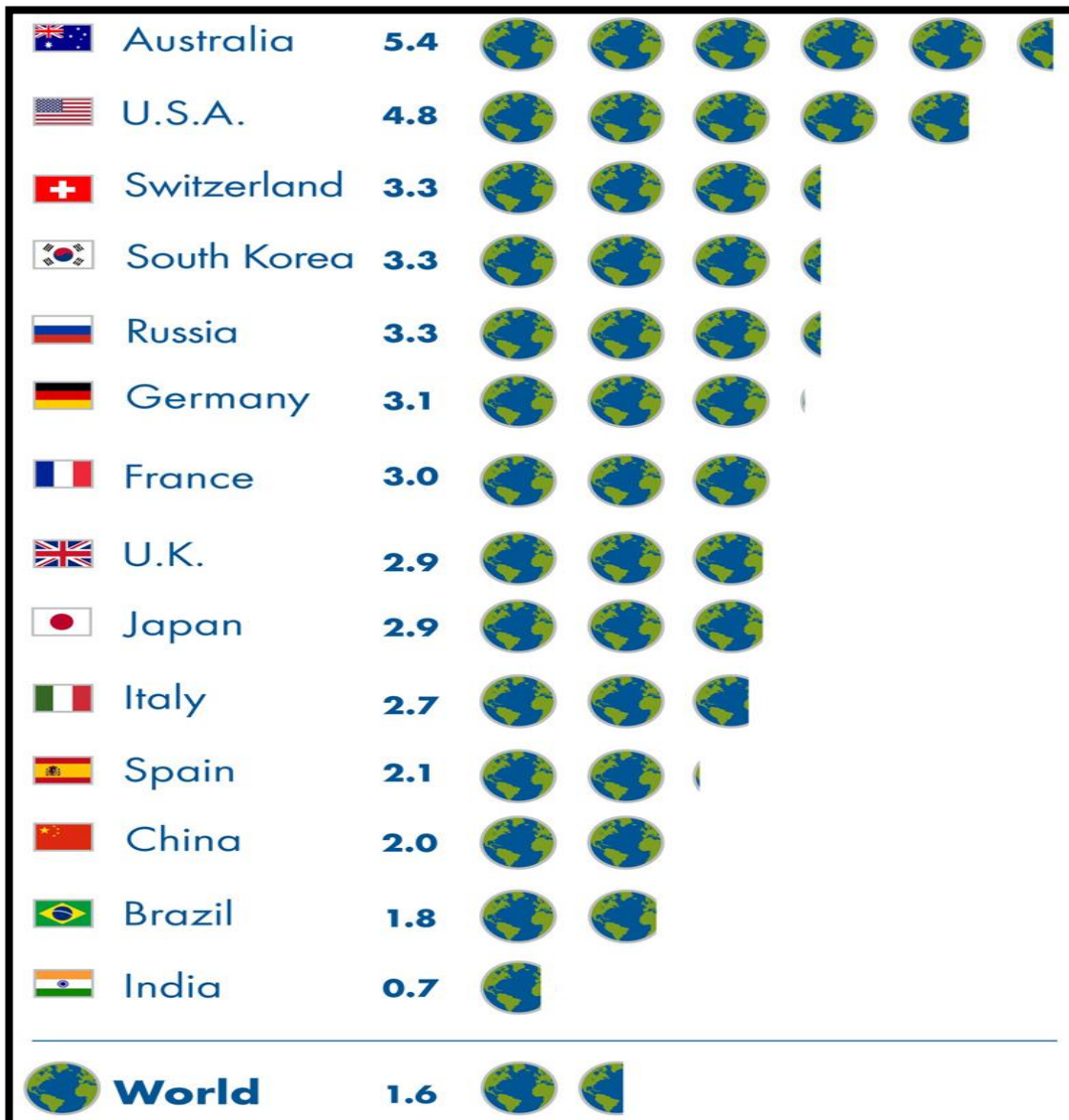
כותרת: "יום הגירעון" בין השנים 1969-2017



- א. רשום מה מתארת כל עמודה בגרף שלפניך?
- ב. כיצד מופיעים הנתונים בדיאגרמה?
- ג. מהי השנה בה הנתון הנמוך ביותר?
- ד. מהי השנה בה הנתון הגבוה ביותר?
- ה. מהו ההפרש?
- ו. מה המגמה הנראית בגרף?
- ז. מה ניתן ללמוד מגרף זה?

התבוננו בתרשים הבא וענו על השאלות הבאות

- א. מה מתאר התרשים?
- ב. מהו הנתון הנמוך ביותר?
- ג. מהו הנתון הגבוה ביותר?
- ד. מהו ההפרש?
- ה. מה המגמה הנראית בתרשים?
- ו. מה ניתן ללמוד מתרשים זה?



11. הידעת?

כשבוחנים את טביעת הרגל העולמית הממוצעת לנפש אפשר לראות כי היא ירדה בעשרים השנים האחרונות של המאה ה-20, אך דבר זה אינו מעיד על צמצומה בעולם המערבי. הצמצום נובע מגידול האוכלוסייה בעולם השלישי, שם טביעת הרגל לנפש נמוכה יותר.

מדינות מפותחות, מתקדמות יותר מבחינה טכנולוגית בעיקר בצפון אמריקה ואירופה משתמשות במשאבים רבים יותר לעומת מדינות אפריקה ומרבית מדינות אסיה ודרום אמריקה – מדינות אלו מכונות מדינות מתפתחות או מדינות עולם שלישי.

רבות ממדינות המערב בעצם חיות "על חשבון" המדינות המתפתחות. כדי לקיים את רמת החיים הגבוהה בהן הן מנצלות משאבים של מדינות פחות מפותחות. למדינות שצורכות יותר משאבי טבע השפעה שלילית על מצב הסביבה העולמית – חלקן גדול יותר בדלדול המשאבים, בייצור חומרים מזהמים ובפגיעה המערכות אקולוגיות.

המדינות המפותחות חיות גם "על חשבון" הדורות הבאים.

אבל, למדינות אלה יש כיום יותר יכולת לפעול לשינוי ותיקון המצב.

שאלה לדיון:

- התבוננו בתמונה וענו: מה פירוש הביטוי "כרת את הענף עליו הוא יושב"?
- האם האדם כרת לעצמו את הענף שעליו הוא יושב?



יחידה 4

הנבואה האינדיאנית

ההבנה הגדולה: איך נשמור על העולם שלנו
מושגים מרכזיים: קיימות מחזור צרכנות נבונה חסכון

פעילות פתיחה

התבוננו בסרטון הבא. מה המסר שהסרטון מנסה להעביר. מה מתאר הסרטון?

[הנבואה האינדיאנית 6/9 \(מומלץ לצפות עד 31: 2\)](#)

שאלות מנחות לאורך הצפייה:

מה רואים בסרט? מה הוא מתאר?

מה אתה מרגיש בזמן הצפייה?

על מה אתה חושב?

1. הידעת?

המילה: *Koyaanisqatsi* "קויאניסקאטסי" בניב של ילידי אמריקה (אינדיאנים) פירושה: חיים מתפרקים, חיים לא מאוזנים.

הסרט מתאר חיי יום אך מעביר תחושה של עומס ולחץ.

זהו סרט קולנוע משנת 1982 שהפיק פרנסיס פורד קופולה. הסרט מכיל דימויים ויזואליים מצולמים על רקע מוסיקה שהלחין פיליפ גלאס. המארג של הצילומים עם המוסיקה מתאר את השפעת האדם והטכנולוגיה המודרנית על כדור הארץ.

את הסרט ביים גודפרי רגיו ואת התסריט כתב רון פריק שגם ערך.

[לקוח מתוך ויקיפדיה ערך הנבואה – סרט 1982](#)

2. התבוננו בסרטון הבא:

[סרטון Man](#) – מה המסר שמנסה הסרטון להעביר?

סרטון אנימציה מתאר את מערכת היחסים בין האדם לטבע

מה צפוי לקרות אם בני האדם ינצלו את כל משאבי הטבע מבלי להתחשב בטבע?

לפניך קטעים מהנבואה של זקני שבט ההופי מאמריקה.

1. נסה לתרגם את הנבואה לחיי היום יום שלנו

	זה הסימן הראשון: נאמר לנו על בואו של אדם בהיר-עור שיפגע בנו בעזרת הרעם
	זה הסימן השני: האדמות שלנו ייראו את בואם של גלגלים מסתובבים מלאי קולות.
	זה הסימן השלישי: חיית-פרא מוזרה הדומה לבופלו אבל עם קרניים גדולות וארוכות תתפשט על האדמה בשיעורים ניכרים.
	"זה הסימן הרביעי: את האדמה יחצו נחשים מברזל".
	"זה הסימן החמישי: האדמה תכוסה מכל הכיוונים בקורי עכביש ענק".
	"זה הסימן השישי: האדמה תכוסה מכל הכיוונים בנהרות אבן שעושים תמונה בשמש".
	"זה הסימן השביעי: אתה תשמע שהים הופך לשחור וכתוצאה מזה הרבה יצורים חיים מתים".
תנועת "ילדי הפרחים" בשנות ה 60 . אנשים המנסים לחיות בחיבור לטבע. אנשים שמקפידים להקטין את טביעת הרגל האקולוגית שלהם	"זה הסימן השמיני: אתה תראה צעירים רבים ששערם ארוך כמו אצל בני עמי באים להצטרף לעמי כדי ללמוד את דרכי השבט ואת הבינה שלנו".
	"זה הסימן התשיעי והאחרון: אתה תשמע על מקום מגורים שבשמיים שמעל לאדמה, הוא ייפול ויתרסק בצורה קשה. הדבר יראה ככוכב כחול. זמן די קצר לאחר מכן טקסי עמי ייפסקו".

לאחר שהתלמידים ניסו כוחם בתרגום הקריאו להם את הסימנים מפורשים להלן:

- הסימן הראשון מסמל את הנשק.
- הסימן השני מסמל את קרונותיהם המלאים של החלוצים או המצאת המכוננית.
- הסימן השלישי מסמל את הבהמה ארוכת הקרן, הפרה, בשונה מהבופאלו שהיה נפוץ באמריקה.
- הסימן הרביעי מתאר את פסי מסילת הברזל.
- הסימן החמישי מתאר בבירור את מערכת החשמל וקווי הטלפון.
- הסמל השישי מתאר כבישים מהירים העשויים בטון ואת יצירת אפקט חזיון השוא "פטה מורגנה" שנראית על כבישים בשמש.
- הסימן השביעי מנבא את שפיכת הנפט לתוך האוקיינוס.
- הסימן השמיני מציין בבירור את "תנועת ההיפים" של שנות ה-60.
- הסימן התשיעי מסמל את תחנת החלל סקאילב של ארה"ב שהתרסקה לכדה"א ב-1979. לפי דבריהם של עדי הראייה מאוסטרליה הדבר נראה כאילו בערה בצבע כחול.

[לקוח מאתר חדשות ומידע על פאלון גונג](#)

Signs of the Hopi - צפו בסרטון המדגים את משמעות הנבואה

3. ביצועי הבנה

קרא את הציטוטים הבא, הסבר אותם במילים שלך ותן דוגמא לכך מחיי היום יום.

- בני האדם לא טוו את רשת החיים. אנו רק סיב אחד בתוכה. כל מה שאנו עושים לרשת, אנו עושים לעצמנו. כל הדברים קשורים יחד. כל הדברים מחוברים. ציטוט של הציף סיאטל, על שמו נקראה העיר בצפון מערב ארה"ב
- אגדה אינדיאנית עתיקה מספרת על עתיד הצופן בחובו ימים רעים האדמה תהיה מזוהמת, בעלי החיים ימותו בהמוניהם והמים יהיו כמעט לא ראויים לשתיה, או אז יחזרו לאדמה בני השבט, הידועים כ"לוחמי הקשת בענן" (Rainbow Warriors) "ינקו את האדמה ויביאו שלום ואחוזה בין בני

האדם. הנבואה מיוחסת אמנם לזקני שבט ההופי האינדיאני, אולם לוחמי הקשת בענן לא יהיו רק אינדיאנים, יהיו איתם לבנים ושחורים, צהובים וחומים, אנשים מכל גוני הקשת.

- "רק אחרי שנגדע את העץ האחרון, רק אחרי שנוהם את אחרון הנחלים, רק אחרי שנדוג את הדג האחרון, רק אז נגלה שכסף אי אפשר לאכול" ציטוט של ילידי אמריקה (האינדיאנים)
- כל הצמחים הם אחינו ואחיותינו. הם מדברים עמנו, ואם נאזין - נוכל לשמוע אותם. כשאנו נוהגים בכבוד ביצורים חיים אחרים, הם מגיבים בכבוד כלפינו. אראפהו

4. קנה ובנה

מה עלינו לעשות? הרי יש לנו רק כדור ארץ אחד?

קראו את סוף הנבואה

"...אחרי זה יהיה הרבה מה לבנות מחדש והזמן די קצר - זמן די קצר כי לאחר מכן - פאהאנה יחזור. הוא יביא איתו את שחר "העולם החמישי". הוא ינטע את זרעי בינתו בליבם. אפילו עכשיו הזרעים ננטעים. הזרעים האלה ימתיקו את הדרך ה"חירום" לתוך ה"עולם החמישי".

"אך הנוצה הלבנה לא יראה את זה. אני כבר זקן וגווע. אתה --- אולי תראה את זה. בזמן, בזמן..."

מהם לדעתכם הזרעים שננטעים עכשיו? מה ימתיק את הדרך לעולם החמישי?

[לקוח מאתר חדשות ומידע על פאלון גונג](#)

5. מה למדנו?

המודעות למונח "טביעת רגל אקולוגית" הולכת ומתרחבת. בעזרתו אנו מבינים שאנו צריכים להתאים את עצמנו ואת פעילויותינו לטווח האפשרויות המוגדר על ידי העולם הפיזי המוגבל שלנו.

שיטת החישוב משקפת באופן כמותי איך ואיפה אנחנו חורגים מהטווח המוגבל, כמו שחשבון הבנק שלנו מראה לנו מתי אנחנו במצב של משיכת יתר.

במשיכת יתר אקולוגית, אנחנו פוגעים במרכיבים הבסיסיים בעולם שמעניקים לנו שירותים וממלאים צרכים רבים ולפיכך, אנו פוגעים בעצמינו ובמיוחד באפשרות של הדורות הבאים להמשיך ולהתקיים.

- ביחידה הראשונה למדנו כי עלינו לשמור על המשאבים המתכלים ולצרוך משאבים מתחדשים בהתאם לקצב התחדשותם.
- ביחידה השניה למדנו כי האמת נמצאת בפרטים הקטנים וטביעת הרגל האקולוגית שלנו מורכבת מפריטים רבים.
- ביחידה השלישית למדנו כי האנושות כיום צריכה יותר מכדור ארץ אחד להתקיים ובעצם נמצאת בגירעון שהולך וגדל משנה לשנה.
- ביחידה הרביעית נלמד איך לשמור על העולם. איך נוכל לנהוג אחרת

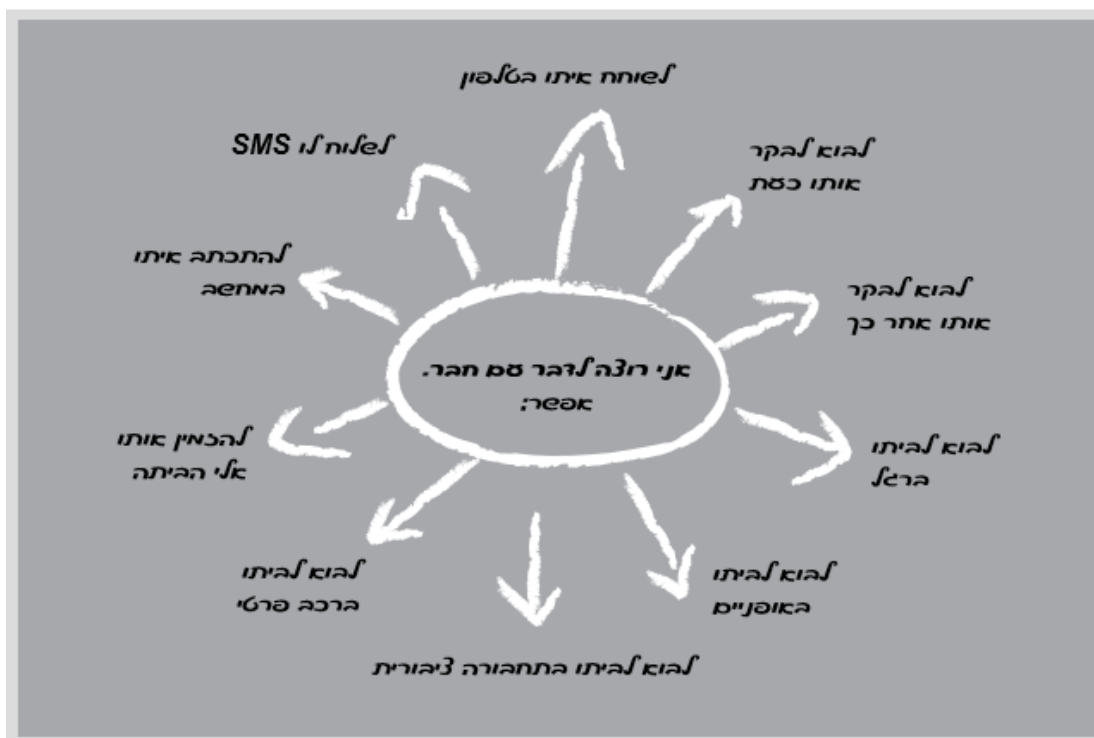
6. פעילות: יש יותר מדרך אחת

לרשום על הלוח 4-5 צרכים אנושיים.

כל תלמיד בוחר צורך. רושם אותו במרכז הדף ומנסה להציע כמה שיותר אפשרויות למילוי הצורך.

רצוי לחזור על התרגיל כמה פעמים עם צרכים שונים.

סיכום הפעילות : אפשר לספק צורך מסויים בדרכים שונות.



7. ניתוח מיקרה:

שכנים ששיפצו את ביתם במושב שפכו פסולת בניין בשטח סמוך שאינו מזבלה חוקית, כדי להתחמק מתשלום בעבור פינוי הפסולת. עד מהרה התפחה במקום מזבלה פירטית והצטברה בה גם פסולת אורגנית הכוללת פגרי עופות מלול סמוך. חומרים מזהמים מהפסולת חדרו למי התהום, והצחנה באזור גברה, ותנים ושועלים נמשכו למקום. פיונות מורעלים שהניח אחד התושבים כדי להתמודד עם הטורפים פגעו בכלב של שכן ובילד קטן ממשפחה ביישוב ששיחק בשטח.

דיון:

האם אפשר להתנהל אחרת? האם אפשר לשנות?

האם ניתן ללמוד מהמקרה הזה לגבי מקרים אחרים?

הפעילות [לקוחה מתוך טביעת הרגל האקולוגית – המשרד להגנת הסביבה](#)

8. ביצועי הבנה

אז מה עלינו לעשות כדי לשמור על כדור הארץ?

1. ערכו רשימה של רעיונות כיצד אתם יכולים לשנות הרגלים בחייכם כדי להקטין את טביעת הרגל האקולוגית שלכם.
התייחסו לטביעת הרגל המימית, הפחמנית ובכלל.
2. לפניכם קישורים למאמרים בנושא קיימות ושנויים בהרגלים הלקוחים מאתר זוית – סוכנות ידיעות למדע וסביבה.
קראו עם התלמידים לפחות שני מאמרים וענו על השאלות הבאות:
 - מה הבעיה / תופעה המתוארת במאמר?
 - כיצד היא קשורה לטביעת הרגל האקולוגית?
 - מה הפתרון המוצג במאמר?
 - מה אני יכול לעשות כדי להקטין את טביעת הרגל האקולוגית שלי בהקשר זה?

[עומס תרמי כבד](#) מאת אלינה ארביטמן.

[למה לזרוק כסף לפח?](#) מאת מאיה פלח.

[טביעת הרגל של הכריך](#) מאת עמליה יעקובי.

[כמה פחמן חסכתם ביום שני?](#) מאת מאיה פלח.

[מאיפה יבואו המים?](#) מאת אסף בן נריה.

3. לפניכם משחקים מתוקשבים לתרגול.
משחק – [טביעת רגל אקולוגית](#) (אתר המשרד להגנת הסביבה)
משחק – [מפרידים וממחזרים](#) (אתר המשרד להגנת הסביבה)
משחק – [שינויי אקלים](#) (אתר המשרד להגנת הסביבה)

9. פעילות סיכום – הכול קשור

הכינו עם התלמידים על הלוח רשימה בה מופיעים כל המושגים והמילים
הקשורים לתחום טביעת רגל אקולוגית.
כל תלמיד כותב על דף במרכז את המילים " טביעת רגל אקולוגית" ומכין "רשת
הבנה" - תרשים בו המושגים מסודרים לפי הקשר ביניהם.

קראו את הסיפור הבא, מה ניתן ללמוד מסיפור זה? מהו מוסר ההשכל?

”לכמה שטח אדמה אדם זקוק?” - לב טולסטוי

יום אחד חוואי אחד קבל הצעה נדיבה. תמורת אלף רובל הוא יכול היה לקנות את כל האדמה שהוא יכול לחצות ביום אחד שלם.

היה תנאי אחד לעסקה: הוא חייב לחזור לנקודת ההתחלה בסוף היום, עם רדת החמה.

מוקדם בבקר המחרת, עם הנץ החמה, הוא החל לצעוד בקצב מהיר. בצהרי היום הוא כבר היה עייף מאד, אך הוא המשיך לצעוד, מקיף יותר ויותר שטח.

מאוחר אחר הצהריים הוא הבין שחמדנותו לקחה אותו רחוק מידי מקו ההתחלה.

הוא החיש את הקצב וכשהשמש החלה לשקוע, הוא החל לרוץ, מבין שהוא לא יצליח לשוב עד השקיעה וכי ההזדמנות להיות בעל קרקעות רבות, תאבד.

כשהשמש החלה לשקוע מעבר לקו האופק, הוא הגיע כמטווחי ראייה מקו הסיום.

בלב פועם בחוזקה, בריאות מחפשות אויר בקדחתנות, הוא גייס את כוחותיו האחרונים ודידה מעבר לקו הסיום בדיוק לפני שהשמש נעלמה. אז הוא התמוטט, זרזיף דם דק ניגר מזוויות פיו ותוך דקות הוא נפח את נשמתו.

משרתו הנאמן חפר אז את קברו. הקבר לא היה הרבה מעבר למטר ושמונים - אורכו, ותשעים סנטימטר - רוחבו.



רשימת מקורות

[Philip Glass - Koyaanisqatsi](#)

[הנבואה האינדיאנית – 5/9](#)

[Koyaanisqatsi \(RORSCHACH VERSION\)](#)

[BARAKA - 1992](#)

