

יחידת הוראה מבוא לשינוי האקלים עבור מורים לתלמידי תיכון

מהדורה מותאמת לחינוך החרדי.

הותאם ופותח על ידי

ד"ר דבורה סמט רוטשילד - גב' רות אלמליח

תשפ"ד - 2024





**שינוי האקלים ואני
האם ומה ניתן לעשות?**

יחידה 9

שינוי האקלים ואני - מה אני יכול לעשות?

ידע למורה: ביחידה זו התלמידים יציעו פעילויות לצמצום פליטות גזי החממה שבתחום השפעתם ויביעו את התחושות והרגשות ביחס לשינוי האקלים. נדון האם חלו שינויים בתחושותיהם בהשוואה לשיעור הראשון בתחילת לימוד היחידה.

מושגים: סקר

מיומנויות בשיעור: אוריינות מדעית - הערכה ותכנון מחקר, פרשנות נתונים וראיות. אוריינות מידע - הערכת מידע. אוריינות שפתית - הבעה בכתב ובעל פה, חילוף מידע מטקסט דבור או כתוב. התנהלות חברתית - עבודת צוות. חשיבה ביקורתית - הטלת ספק, טיעון Argumentation (תיאוריית הטיעון) היא המחקר הבין-תחומי של האופן שבו ניתן לתמוך או לערער על מסקנות על ידי הנחות יסוד באמצעות חשיבה לוגית, קבלת החלטות. חשיבה יצירתית - גמישות מחשבתית, יישום. מודעות עצמית - זיהוי רגשות.

פתיחה ליחידה:

נפתח את היחידה בשאלה לתלמידים: מה לדעתכם ניתן לעשות כדי לצמצם את תופעות שינוי האקלים ואת הגורמים להם?

כדי להתייחס לבעיות הבאות:

- העדר צעדים מדיניים לשינוי האקלים
- זיהום אוויר
- בירוא יערות
- החמרה של שינוי האקלים מעבר לתחזיות
- היעדר חקיקה ומדיניות מספקים, בפרט לגבי שריפת דלקים
- חברות הדלק הן אלו שמתמרנות ומחליטות בפועל על המדיניות
- השלכות של שינוי אקלים: שטפונות, התכת קרחונים, שריפות ובצורות
- מה נשאר לילדים ולנכדים שלנו?

גוף היחידה:

חלופה 1:

פעילות מקומית - התלמידים יערכו סקר ויציעו מהלכים להקטנת פליטת הפחמן ביישוב שלהם.

סקר הוא כלי המשמש במחקר לאיסוף נתונים מכמות גדולה של אנשים, ע"י שאילת שאלות. נתונים אלו משמשים כבסיס למסקנות שאותן ניתן להכיל על כלל האוכלוסייה. שאלו את התלמידים האם נתקלו במישהו שערך סקר (בטלפון, ברחוב ומדלת לדלת). ערכו דיון לגבי השאלות הבאות:

- מהי המטרה בסקר? (איסוף נתונים/מידע)
- מה ניתן לעשות עם המידע שנאסף בסקר? (להסיק מסקנות, לפעול לשינוי/לשימור)
- אילו יתרונות יש בסקר? (מידע בזמן אמת מ"השטח" ומכמות גדולה של אנשים)
- אילו חסרונות יש בסקר? (עלויות להיות הטיות כגון אנשים עונים מה שחושבים ש"נכון")

לאחר הדיון הקצר בקשו מהתלמידים להתחלק לקבוצות של שלושה עד ארבעה תלמידים בקבוצה ולבחור את אחד מתחומים שהופיעו בשאלון טביעת הרגל הפחמנית מיחידה 8 (הכותרות המופיעות בטבלה להלן). לכל נושא ניתן להציע מספר תתי נושאים לסקרים נפרדים כמפורט בטבלה להלן:

הרגלי תזונה וצרכנות	הרגלי הפרדה ומחזור אשפה	הרגלי צריכת אנרגיה	הרגלי שימוש בתחבורה
הרגלי התזונה וצריכת המזון הביתית	מערך פתרונות הקצה ביישוב	הרגלי צריכת האנרגיה הביתית	הרגלי שימוש ברכב פרטי
בזבוז מזון בחנויות ובמסעדות	הרגלי הפרדה ומחזור ביישוב (בתים פרטיים)	הרגלי צריכת האנרגיה בבתי העסק	מערך התחבורה הציבורית ביישוב
הרגלי קנייה של מוצרי צריכה	הרגלי הפרדה ומחזור ביישוב (בתי עסק)	הרגלי צריכת האנרגיה במוסדות ציבור וברחובות ביישוב	מערך שבילי האופניים והפנאי ביישוב

על הקבוצה לבנות סקר הבדוק את הרגלי התושבים בעיר בהקשר לתחום שאותו בחרה (נספח 1 - סקר תחבורה ציבורית לדוגמה). הנחיות לבניית הסקר:

1. יש לתכנן היטב את השאלות בסקר, על מנת לקבל את המידע שבו מעוניינים

2. בכדי להקל על ניתוח הסקר, עדיף להשתמש בשאלות רבות-ברירה (של כן/לא, בחירה בין מספרים, בחירה בין אפשרויות מוגבלות) מאשר בשאלות פתוחות של טקסט

3. בכדי לקבל את מירב הנתונים למסקנות, רצוי לשאול בתחילת הסקר גם שאלות הקשורות למצב האישי של המשיב, כגון מגדר/ גיל / השכלה וכיו"ב, אך אין צורך בפרטים מזהים (ראו דוגמה בנספח של סקר בנושא תחבורה ציבורית). התלמידים יוכלו לערוך את הסקר גם בתוך בתיה"ס כולל את צוות המורים והמזכירות. בנוסף אפשר לשאול אנשים בבנין, בני משפחה וכדומה.

בפעילות ההמשך, על התלמידים לנתח את התוצאות שהתקבלו מהסקרים ולהסיק מסקנות לגבי תמונת המצב הפחמנית של משתתפי הסקר - כל קבוצה תציג את החלק שלה ויחד תתקבל תמונת מצב לגבי כל ארבעת התחומים שנבדקו. הצגת התוצאות תעשה על הלוח. על כל קבוצה להכין הצעות לפעולות הרלוונטיות לטיפול בתמונת המצב בתחום שבדקו - למשל לפנות למשרד התחבורה לבקש שינויים בקווי תחבורה ציבורית/ במועדי נסיעות/ במיקום תחנות האוטובוס. לפנות לרשות המקומית שתסייע בפניה למשרד התחבורה / שתממן קווי תחבורה פנימיים לנקודות מרכזיות ביישוב.

רצוי בהמשך להקצות לתלמידים זמן לביצוע הפעולות שהציעו ולבקש מהם לעדכן על תוצאות פעילותם.

מיומנויות: אוריינות מדעית - הערכה ותכנון מחקר, פרשנות נתונים וראיות. התנהלות חברתית - עבודת צוות. חשיבה יצירתית - יישום.

חלופה 2:

תחרות פרויקטים לצמצום פליטות - ספרו לתלמידים שהמשרד להגנת הסביבה מעוניין להוציא קול קורא לתחרות של פרויקטים לצמצום פליטות גזי חממה.

בשלב הראשון בקשו מהתלמידים להציע קריטריונים לבחינת ההצעות שיוגשו. למשל:

- מידת הישימות של הפרויקט המוצע
- יעילות הפרויקט המוצע
- מורכבות הפרויקט
- יכולת יישום לאורך זמן
- כמות גזי חממה שהפרויקט עשוי לצמצם
- עלויות הביצוע

בקשו מהם להסכים על 5 קריטריונים מרכזיים, כאשר הניקוד לכל קריטריון יהיה 20 נקודות.

בשלב השני, חלקו את התלמידים לקבוצות ובקשו מהם להעלות הצעות לפרויקטים, תוך שהם מתייחסים לקריטריונים שנבחרו.

בשלב השלישי, בקשו מכל קבוצה להציג את הפרויקט לשאר הקבוצות. בזמן ההצגה על שאר הקבוצות לתת ניקוד לפרויקט המוצג לפי הקריטריונים שנקבעו. כמובן שהקבוצה לא נותנת ציון לפרויקט של עצמה אלא רק לפרויקטים האחרים. רצוי להכין מראש טבלה שבה ימלאו את הניקוד. ניתן גם להוסיף הערה לכל קריטריון או משוב כללי לכל הפרויקט. למשל:

	צוות משתתפים	ניקוד לקריטריון 1	ניקוד לקריטריון 2	ניקוד לקריטריון 3	ניקוד לקריטריון 4	ניקוד לקריטריון 5	סה"כ ניקוד + משוב כללי לפרויקט
מיזם 1:							
מיזם 2:							
מיזם 3:							
מיזם 4:							

בתום ההצגה אספו את דפי הניקוד של הקבוצות וחשבו את הניקוד המצטבר לכל פרויקט. הכריזו על שלושת הפרויקטים שזכו בניקוד הגבוה ביותר וציינו לשבח גם את שאר הפרויקטים.

מיומנויות: אוריינות מדעית - פרשנות נתונים וראיות. אוריינות מידע - הערכת מידע. חשיבה ביקורתית - קבלת החלטות.

סיכום:

פעילות הערכה - נבקש מהתלמידים למלא את הטקסט ולהשלים בו את המושגים החסרים (נספח 2 טקסט + תשובות למורה). ניתן לבחור את רמת הקושי - עם הצגת מחסן המושגים למתקשים וללא הצגת מחסן המושגים למתקדמים.

מיומנויות: אוריינות שפתית - הבעה בכתב ובעל פה. מודעות עצמית - זיהוי רגשות.

לחילופין נבקש מהתלמידים לענות על שאלות מסכמות ליחידה (נספח 3 - שאלות לתלמיד + תשובות למורה). ניתן לאפשר לתלמידים לענות על השאלות עם חומר פתוח. במידה ורוצים יותר לאתגר, ללא חומר פתוח. כמו כן, ניתן לבחור את השאלות ע"פ צרכי הכיתה.

מה אני מרגיש/ה? - לסיכום יחידת המבוא לנושא שינוי האקלים, בקשו מהתלמידים לשתף בתחושות, תובנות, מחשבות ושאלות שעלו בהם בעקבות לימוד היחידה. בקשו מכל תלמיד לחשוב מעט על הנקודות הבאות ולכתוב אותן על דף ו/או לשתף במליאה:

- משהו שאהבתי בשיעורים / לשימור
- משהו שגרם לי דאגה או פחד
- משהו שלא אהבתי / לשיפור
- משהו שאני לוקח איתי מהלמידה ביחידה
- שאלה שעולה לי בעקבות הלמידה ביחידה
- ציטוט / אמירה שנאמרו במהלך השיעורים שאני אקח איתי הלאה

- רעיון יפה שלקחתי
- משהו חדש שלמדתי / משהו שאזכור
- כלים שקיבלתי
- משהו שאני הולך ליישם
- משהו שהתחברתי אליו

נבחן האם חלו שינויים בתחושותיהם בהשוואה לשיעור הראשון בתחילת לימוד היחידה.

מיומנויות: חשיבה ביקורתית - טיעון.

נספח 1 סקר תחבורה ציבורית לדוגמה:

1. מין: זכר / נקבה
2. גיל: 15-20 / 20-35 / 30-45 / 45-60 / 60-75
3. מצב משפחתי: בלי ילדים / עם ילדים קטנים (עד גיל 15) / עם ילדים בוגרים (מעל גיל 15)
4. האם את/ה משתמש/ת בתחבורה ציבורית? לעתים קרובות / לעתים רחוקות / אף פעם לא (עבור לשאלה 8)
5. אם כן, לאיזו מטרה את/ה משתמש/ת בדרך כלל בתחבורה ציבורית?
 - להגיע לעבודה או ללימודים/ לעשות קניות / לכל דבר אחר (פרט)
6. מה הסיבה שאת/ה בוחר לנסוע בתחבורה ציבורית?
 - זה יותר טוב לסביבה / זה יותר זול / אפשר לנצל את הזמן לדברים אחרים חוץ מנהיגה / אין לי רכב פרטי / אחר (פרט)
7. האם את/ה מרוצה ממערך התחבורה הציבורית של הישוב? כן / לא
8. אם לא, מדוע אינך מרוצה ממערך התחבורה הציבורית של הישוב? אין מספיק תחנות אוטובוס / זמני ההגעה של האוטובוס ארוכים / אין התאמה בזמנים של התחבורה הציבורית (אוטובוסים, רכבת, מוניות שירות) / לוקח יותר מדי זמן להגיע / צפיפות גבוהה/ אחר (פרט)
9. אם אינך משתמש/ת בתחבורה ציבורית, מדוע? תחנת האוטובוס רחוקה לי / זמני ההגעה של האוטובוס לא מתאימים לי / אין התאמה בין הזמנים של האוטובוס והרכבת / לוקח יותר מדי זמן להגיע / יש לי רכב פרטי / אחר (פרט)

מסקר כזה ניתן למשל להסיק מהו חתך הגילאים ומצב משפחתי של משתמשי התחבורה הציבורית, מדוע אנשים משתמשים/לא משתמשים בתחבורה ציבורית, לאיזה צורך משמשת התחבורה הציבורית ועוד. נתונים אלו יאפשרו בסיס להסקת מסקנות לגבי הצורך בשימור/שיפור של המצב הקיים, בהנחה שאנו רוצים לעודד אנשים לעשות שימוש במערך התחבורה הציבורית או לפעול לשם קידום ושיפור התחבורה הציבורית.

נספח 2 - השלמת מושגים

אחת הסיבות הפסיכולוגיות שגורמות לנו להתקשות לתפוס את שינוי האקלים הגלובלי היא העובדה שכולנו מרגישים שינויים תכופים וקיצוניים ב_____ מדי יום ומדי עונה, ומתמודדים אתם היטב (קר לנו? נלבש סוודר. חם לנו? נוריד סוודר). _____, לעומת זאת, הוא תהליך ארוך הרבה יותר שמתרחש במקומות שונים במקביל, ולכן הוא הרבה פחות מוחשי.

המושג "_____ " מוגדר כתנאים המטאורולוגיים והאטמוספריים השוררים ברגע נתון במקום מסוים, ונמדדים במונחים משתנים הכוללים בין היתר _____, משקעים, עננות, לחות ורוחות. " _____ " לעומת זאת, מוגדר כממוצע של מזג האוויר במקום מסוים על פני פרקי זמן של עשרות שנים, ואף של עשרות אלפי שנים. בעוד ה_____ , המתייחס למגמה מתמשכת של _____ במקום מסוים, נותר פחות או יותר קבוע, באותו המקום משתנה מדי יום ואף משעה לשעה.

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

לצד ההתחממות הגלובלית, שינוי האקלים מתבטא גם בטמפרטורות קיצוניות של קור ולכן התופעה הכוללת שאליה אנו מתייחסים היא " _____ " ולא רק התחממות כדור הארץ.

הפחמן הדו חמצני עוזב את האטמוספירה כשצמחים משתמשים בו לצורך תהליך ה_____ , הוא נספג על ידי ה_____ , או נאגר במעבה הקרקע. תיאור זה הוא של _____ הכולל _____.

באופן טבעי פני כדור הארץ מתחממים מקרני האור הקצרות והאנרגטיות שמגיעות מה_____. גזי החממה שנמצאים באטמוספירה, וביניהם הפחמן הדו-חמצני, לוכדים חלק מה_____ שפולט כדור הארץ לאחר שהתחמם מקרינת השמש, ומונעים ממנה לברוח אל מחוץ לאטמוספירה אל החלל – בדומה למתרחש ב_____. לכן, פחמן דו-חמצני נקרא _____.

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" _____ ". זוהי תופעה טבעית, שבהיעדרה הייתה הטמפרטורה הממוצעת של פני כדור הארץ _____ בכ-40 מעלות צלסיוס מן הערכים הנוכחיים, ולכן לגזי החממה יש תפקיד חיוני בוויסות ה_____ ובקיום החיים על פני כדור הארץ. אולם ככל שריכוז גזי החממה באטמוספירה _____ יותר, כך יותר חום נלכד, מה שגורם להתחממות מוגברת של כדור הארץ.

עם תחילתה של המהפכה התעשייתית, לפני כ-200 שנה, התחלנו לכרות פחמן שהיה אגור ב_____. הדלקים הפוסילים – _____ – עשויים משאריות של צמחים וחיות שמתו. ה_____ שאגורה בהם מסוגלת לספק כוח למפעלי תעשייה, לתחנות ייצור חשמל, ולכלי רכב. אולם שריפת דלקים אלו גם "מזרימה" _____ לכדור הארץ. במקביל, התחלנו לכרות יערות לטובת תעשיית העץ, חקלאות, תעשייה ועיור, וכך הפחתנו את יכולת כדור הארץ להסיר את הפד"ח מהאטמוספירה.

העלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה מאיצה את _____ על ידי לכידת _____ רב יותר קרוב לפני השטח וגורמת לקרחונים יבשתיים ולכיפות הקרח ב _____ להימס. המסת הקרח היבשתי גורמת לעלייה ב _____ מה שמסכן אוכלוסיות המתגוררות באזורי ה _____ . בהתחשב בעובדה שרוב תושבי כדור הארץ חיים בקרבת _____ , מדובר בתופעה מדאיגה ביותר.

בנוסף, התחממות כדור הארץ גורמת לכך שמזג האוויר הופך להיות קיצוני יותר במשך הזמן, דבר הבא לידי ביטוי בעלייה בתדירותם של _____ קיצוניים, וכן באירועי _____ ובצורות. כל אלו הם רק חלק מהתוצאות של התחממות כדור הארץ ההולכת וגוברת. תוצאות שהשפעתן תורגש היטב גם במישורים הכלכליים, הביטחוניים והבריאותיים.

מחקרים מדעיים רבים הראו כי _____ הוא האחראי העיקרי לעליית רמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה במאתיים השנה האחרונות, עקב שריפת דלקים פוסילים. כמו כן, כבר הסברנו את הקשר שבין עלייה ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה לבין התעצמות " _____ " ושינוי האקלים הגלובלי. _____ רבים טוענים שרוב שינוי האקלים הנצפה מקורו בפעילות אנושית.

_____ , לעומת זאת, טוענים כי תרומת האדם לסך כל גזי החממה היא מזערית (כ-10 אחוז בלבד).

הסכם _____ נחתם ב-12 בדצמבר 2015 במהלך _____ . הסכם זה נועד לספק את הכלים הנדרשים להגבלת ההתחממות הגלובלית לפחות מ _____ במוצע, בין היתר על ידי עידוד צמצום _____ 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.

קטע זה מבוסס על הכתבה בזווית: מה הסיפור של שינוי האקלים

מחסן מושגים (כל מושג יכול לחזור מספר פעמים): האדם, הרי געש, אפקט החממה, חופים, אוקיאנוסים, גלי חום, מזג אוויר, טמפרטורה, מחזור הפחמן, שינוי האקלים, אטמוספירה, ועידת האקלים של האו"ם, נשימה, אנרגיה, פליטת גזי חממה, קטבים, אקלים, שתי מעלות צלזיוס, התחממות גלובלית, נמוכה, אדמה, פריז, מכחישי שינוי האקלים, מקורות ומבלעים, חוקרי האקלים, שיטפונות, מפלס פני הים, גבוה, חום, פחמן, שמש, חממה, פוטוסינתזה, גז חממה, פחמן דו-חמצני, פחם, נפט וגז טבעי, קרינה התת אדומה, מהפיכה תעשייתית.

תשובות למורה:

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. "אקלים", לעומת זאת, מוגדר כממוצע של מזג האוויר במקום מסוים על פני פרקי זמן של עשרות שנים, ואף של עשרות אלפי שנים. 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.

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, כלומר העלייה הנצפית בממוצע הטמפרטורה קרוב לפני שטח כדור הארץ ובאטמוספירה. התחממות זו מתרחשת בעיקרה כתוצאה מעלייה בפליטת גזי חממה על ידי פעילויות האדם.

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.

הפחמן הדו חמצני עוזב את האטמוספירה כשצמחים משתמשים בו לצורך תהליך הפוטוסינתזה, הוא נספג על ידי האוקיינוסים, או נאגר במעבה הקרקע. תיאור זה הוא של מחזור הפחמן הכולל מקורות ומבלעים.

באופן טבעי פני כדור הארץ מתחממים מקרני האור הקצרות והאנרגטיות שמגיעות מהשמש. גזי החממה שנמצאים באטמוספירה, וביניהם הפחמן הדו-חמצני, לוכדים חלק מהקרנה התת 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.

עם תחילתה של המהפכה התעשייתית, לפני כ-200 שנה בערך, התחלנו לכוות פחמן שהיה אגור באדמה. הדלקים הפוסילים – פחם, נפט וגז טבעי – עשויים משאריות של צמחים וחיות שמתו. האנרגיה שאגורה בהם מסוגלת לספק כוח למפעלי תעשייה, לתחנות ייצור חשמל, ולכלי רכב. אולם שריפת דלקים אלו גם "מזרימה" פחמן לכדור הארץ. במקביל, התחלנו לכוות יערות לטובת תעשיית העץ, חקלאות, תעשייה ועיור, וכך הפחתנו את יכולת כדור הארץ להסיר את הפד"ח מהאטמוספירה.

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 גורמת לעלייה במפלס פני הים, מה

שמסכן אוכלוסיות המתגוררות באזורי **החופים**. בהתחשב בעובדה שרוב תושבי כדור הארץ חיים בקרבת **חופים**, מדובר בתופעה מדאיגה ביותר.

בנוסף, התחממות כדור הארץ גורמת לכך שמזג האוויר הופך להיות קיצוני יותר במשך הזמן, דבר הבא לידי ביטוי בעלייה 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.

מחקרים מדעיים רבים הראו כי **האדם** הוא האחראי העיקרי לעליית רמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה במאתיים השנה האחרונות, עקב שריפת דלקים פוסילים. כמו כן, כבר הסברנו את הקשר שבין עלייה ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה לבין התעצמות "**אפקט החממה**" ושינוי האקלים הגלובלי. **חוקרי האקלים** רבים טוענים 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).

הסכם **פריז** נחתם ב-12 בדצמבר 2015 במהלך **ועידת האקלים של האו"ם**. הסכם זה נועד לספק את הכלים הנדרשים להגבלת ההתחממות הגלובלית לפחות **שתי מעלות צלזיוס** בממוצע, 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.

נספח 3 - שאלות חשיבה - נכון / לא נכון

רשמו האם כל אחד מהמשפטים הבאים הוא נכון או לא נכון. נמקו את תשובתכם (למה נכון או למה לא נכון). במידה ולא נכון, תקנו את התשובה.

1. החור באוזון מחמיר את שינוי האקלים כיוון שהוא מעצים את אפקט החממה.
2. אין התחממות גלובלית - הרי מזג האוויר בחורף עדיין קר ויש גלי קור.
3. מדענים סבורים כי שינוי אקלים קשור לפליטת גזי חממה לאטמוספירה בעקבות פעילות האדם והתחממות גלובלית.
4. אפקט החממה היא תופעה טבעית שאינה קשורה להתחממות גלובלית ושינוי אקלים.
5. בעבר היו טמפרטורות גבוהות יותר מאשר הטמפרטורות של היום. לכן אין סיבה לדאוג מההתחממות הגלובלית של היום.
6. הקהילה המדעית הגיעה להסכמה ששינוי אקלים מתרחשים אך עדיין אין הסכמה מלאה לגבי הגורם לשינויים אלו - פעילות האדם או הטבע.
7. לאוקיינוס תפקיד חשוב בבלימת קצב ההתחממות של כדה"א
8. צמחים עושים פוטוסינתזה והם קולטים את עודפי הפד"ח אשר נפלטת לאטמוספירה כתוצאה משריפת דלקים פוסילים. לכן אין צורך לדאוג מעלייה בריכוזי פד"ח באטמוספירה.
9. לא ניתן לסמוך על מודלים לאקלים כיוון שהם לא יכולים לכלול את כל מרכיבים ולא את כל המורכבות של מערכת האקלים.
10. מלבד עלייה בטמפרטורה אין עוד סימנים שהתחממות גלובלית הינו דבר בעייתי.
11. פד"ח ואדי מים הם גזי החממה הכי חזקים.
12. גם אם בני אדם יפסיקו לפלוט גזי חממה לאטמוספירה מחר, התחממות גלובלית לא תפסיק מיד.

תשובות למורה:

1. לא נכון. שכבת האוזון מסננת את הקרינה האולטרה סגולה המגיעה מהשמש. כששכבת האוזון מתדלדלת נוצר "חור באוזון". אין לזה קשר לאפקט החממה.
- שימו לב - אוזון (O_3) הינו גז חממה ומהווה חלק מזיהום אוויר (תלוי איפה הוא נמצא). כאשר אוזון נמצא בשכבות הנמוכות של האטמוספירה הוא מזוהם ובעייתי, אבל כאשר הוא נמצא בשכבות הגבוהות של האטמוספירה, הוא חוסם קרינה האולטרה סגולה ושם היתרונות שלו עולים על החסרונות כגז חממה.
2. לא נכון. התחממות גלובלית מתייחסת לעליה בטמפרטורה הממוצעת של כל כדה"א. עדיין ייתכן מזג אוויר קר. מעבר לכך כאן יש בלבול בין מזג אוויר (אירועים שנתונים לשינויים יומיומיים) לאקלים (שינויים ארוכי טווח). בכל השנים האחרונות מדווחים על עלייה בטמפרטורה הממוצעת ביחס לשנים קודמות.
3. נכון. למרות שהקשר בין אירועי מזג אוויר קיצוני ושינוי אקלים מאוד מורכב ומדעני האקלים מודעים לכך. בשיעור 2 למדנו על תופעות אשר קשורות ברמת מובהקות גבוהה להתחממות גלובלית: מדבור, עלייה מטמפרטורה ממוצעת ובמספר ועוצמה של גלי חום קיצוניים ושינויים במשטר הגשמים - מעט או עודף גשמים.
4. לא נכון. החלק הראשון של המשפט נכון - אפקט החממה אכן תופעה טבעית בה גזי חממה באטמוספירה לוכדים חום וכך גורמים להתחממות פני כדה"א. אבל כאשר פעילות האדם גורמת לשחרור עודף גזי חממה לאטמוספירה, זה גורם להעצמה של אפקט החממה והתחממות גלובלית.
5. המשפט הראשון נכון - אכן היו הטמפרטורות יותר גבוהות בעבר של כדה"א. המסקנה הנגזרת מכך במשפט השני אינה נכונה. קצב שינוי הטמפרטורות היום גבוה מאוד לעומת השינויים בעבר (בערך פי 10 יותר מהר מאשר התחממות לאחר תקופת קרח) והשינויים המהירים האלו יכולים לגרום נזק למערכות אקולוגיות וגם לאדם.
6. לא נכון. יש הסכמה רחבה מאוד בקרב מדענים כי ההתחממות הנוכחית נגרמת ע"י פעילות האדם, ובפרט פליטת גזי חממה לאטמוספירה.
7. נכון. למים יש יכולת "לספוג" הרבה מהחום (למים יש קיבול חום גבוהה, שיעור 3, חלופה 1).
8. נכון שצמחים משתמשים בפד"ח כחומר גלם בתהליך הפוטוסינתזה אבל לא נכון שהם מסוגלים לספוג את עודפי הפד"ח הנפלטים לאטמוספירה. יש כמה סיבות - מלבד פד"ח, יש גזי חממה אחרים שנפלטים בזמן שריפת דלקים פוסילים, אין מספיק עצים כדי לספוג את כל העודפים של פד"ח (יש הרבה פד"ח עודף וקצבי הפוטוסינתזה אינם מדביקים את העודף), צריך לקחת בחשבון שיש מחזור מהיר של פחמן במערכות ביולוגיות (פד"ח נקלט ע"י פוטוסינתזה אך משתחרר בזמן נשימה תאית), לא ברור האם התחממות גלובלית מייעלת או פוגעת בסה"כ הפוטוסינתזה בעולם.
9. לא נכון. מודלי אקלים (בהם עסקנו בשיעור 6) אינם "האמת" אלא סימולציה המבוססת על משוואות מתמטיות אשר מתארות את מערכת האקלים. המודלים מהווים כלי מחקרי להעמקת ההבנה שלנו של מערכת האקלים וגם ככלי לתחזיות שונות לעתיד. ניתן לבחון את המודלים ב"תחזית לאחור" ולראות את רמת הדיוק שלהם. ניתן לקרוא עוד בנושא כאן.
10. לא נכון. בשיעור 2 למדנו על עלייה במפלס הים ועל המסה של קרחונים, על מדבור ועל שינויים במשטר הגשמים. גם החמצת האוקיאנוסים כתוצאה מעלייה בריכוזי פד"ח (ראו יחידה על ההשפעה על מערכות ביולוגיות).
11. נכון. ראו שיעור 3. אדי מים הם גז חממה הכי נפוץ שגם תורם הכי הרבה לאפקט החממה (בממוצע 60%). אדי מים אמנם תורמים רבות לאפקט החממה אבל הם אינם מניעים שינויי טמפרטורה (כמו פד"ח). להיפך, ריכוזי אדי המים באטמוספירה משתנה בעקבות שינויים בטמפרטורה - כמות אדי המים באטמוספירה תלויה בטמפרטורה. בנוסף, עלייה

בלחות יכולה לגרום לעלייה בעננות וגם לגשם אשר מורידים את הטמפרטורה (משוב שלילי). נקודה אחרונה וחשובה מאוד - זמן השהות של אדי מים באטמוספירה היא קצרה (ימים) לעומת זמן השהות של גזי חממה אחרים כמו פד"ח, מתאן וכו'... (שנים עד מאות שנים). למידע נוסף על אדי מים כנסו [לקישור הבא](#) (עברית).

12. נכון. לגזי חממה יש זמן שהות יחסית ארוך באטמוספירה - הם לא נעלמים מיד.