

פרק 1: מערכת האקלים בכדור הארץ

תוכן עניינים

פרק 1: מערכת האקלים בכדור הארץ.....	1
קישורים לשיעורים.....	1
1.1 האטמוספירה והרכבה.....	2
1.2 אפקט החממה והספקטרום האלקטרומגנטי.....	4
1.3 שיעורים ומשימות.....	5
1.3.1 שיעור 1: חוקרים שינויים בהרכב האטמוספירה של כדור הארץ.....	5
1.3.2 שיעור 2: מדגימים את פעילות גזי החממה.....	8
1.3.3 שיעור 3 : האי השוקע.....	11

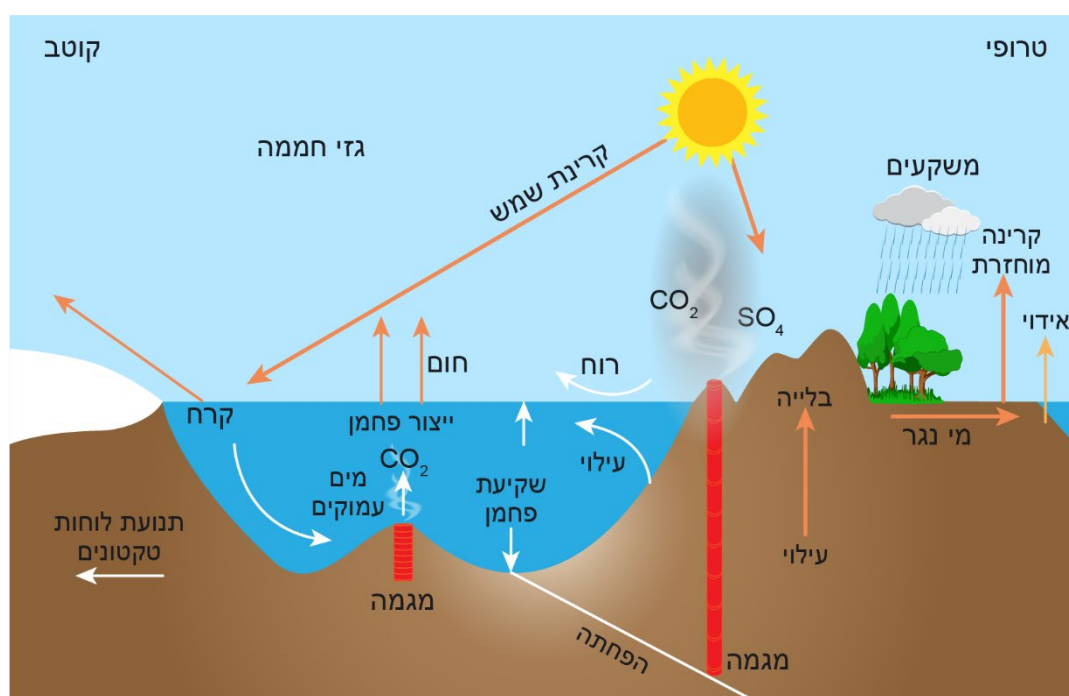
קישורים לשיעורים

[שיעור 1: חוקרים שינויים בהרכב האטמוספירה של כדור הארץ](#)

[שיעור 2: מדגימים את פעילות גזי החממה](#)

[שיעור 3 : האי השוקע](#)

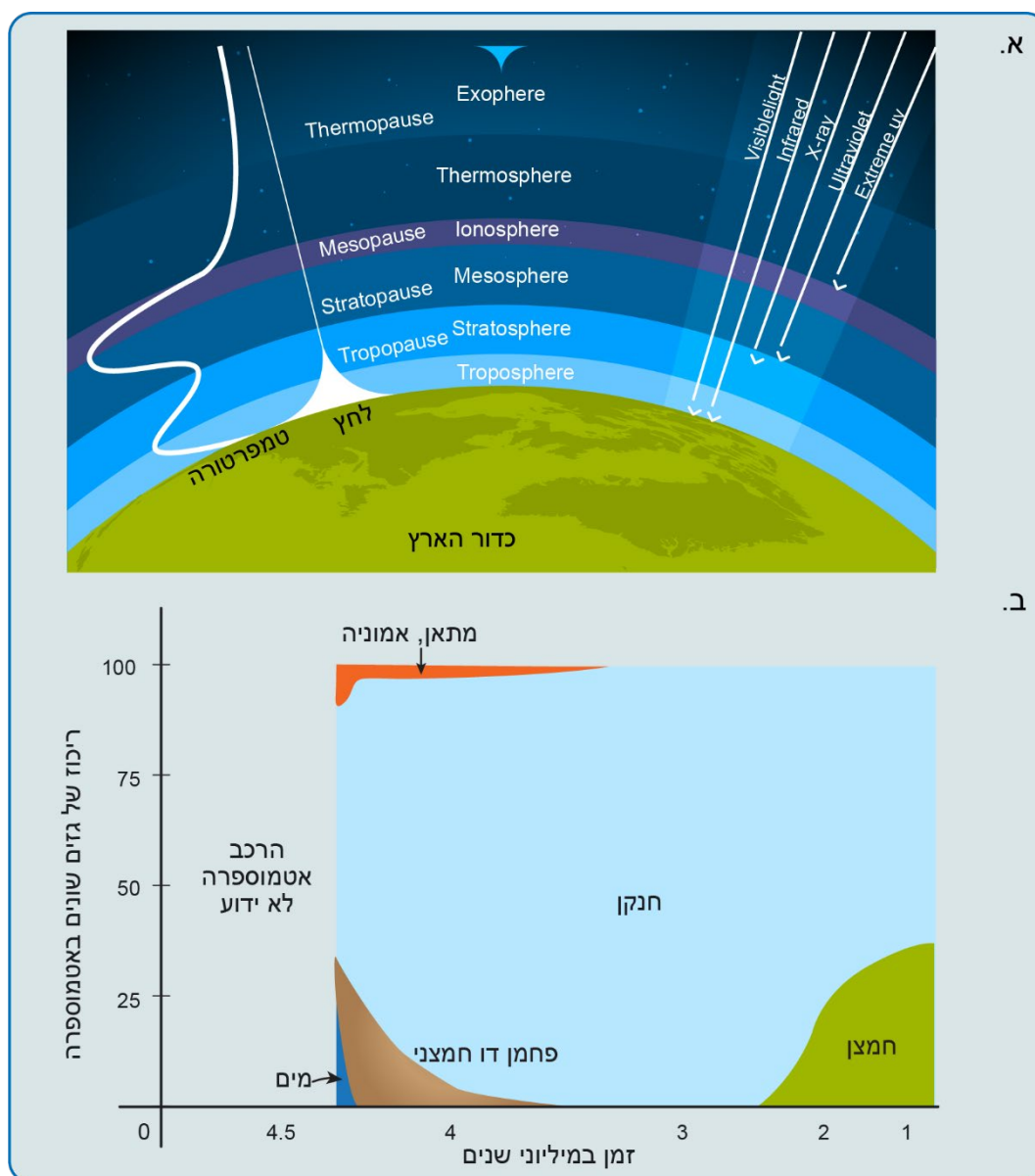
כשמדברים על התחממות גלובלית, אין הכוונה למזג האוויר היומי. לפי ארגון האקלים העולמי (WMO) אקלים הוא מזג אוויר בתקופה של 30 שנה או יותר. בין ימים ובין שנים קיימת שונות במזג האוויר, אבל את העלייה של הטמפרטורה העולמית הממוצעת ב-0.8 מעלות צלזיוס לאורך עשרות שנים אנחנו לא מרגישים. התחממות גלובלית מתייחסת לעליה כוללת בכמות האנרגיה בכדור הארץ. הטענה היא שהעלייה בטמפרטורה קשורה בעליה בריכוז של גזי חממה באטמוספירה. ובאמת הוספת אנרגיה למערכת האקלים הכוללת של כדור הארץ גורמת לתופעות אקלימיות קיצוניות בתדירות גבוהה יותר (תמונה 1).



תמונה 1: מערכת האקלים בכדור הארץ. מערכת האקלים כוללת את מחזור המים, מחזור הפחמן, מחזור הסלעים ועוד. האנרגיה שמניעה את התהליכים בכדור הארץ מקורה מהשמש.

1.1 האטמוספירה והרכבה

אטמוספירה היא שכבת האוויר העוטפת את כדור הארץ, והיא מחולקת לאזורים שונים לפי שינויים בטמפרטורה, בלחץ ושינויים בהרכב הגזים. אך בדרך כלל חלוקת אזורי האטמוספירה תהיה על פי הגובה מהקרקע (תמונה 2 א'). השכבה הראשונה של האטמוספירה היא **הטרופוספירה**, אזור זה מוגדר עד לגובה של 20 קילומטרים מהקרקע ומכיל 80% מהמסה של האטמוספירה. השכבה הבאה המשתרעת על פני כ-30 קילומטרים היא **הסטרוטוספירה**. שכבה זו חשובה מאד לקיום החיים על פני כדור הארץ שכן היא מכילה את גז האוזון (O_3) המגן עלינו מהקרינה האולטרה סגולית של השמש. האוזון נוצר ע"י התרכבות מולקולת חמצן עם אטום חמצן. האוזון מתפרק במגע עם קרינת UV חזרה לאטום חמצן ולמולקולת חמצן אך שיווי המשקל הכימי הוא לטובת יצירת אוזון. אוזון יכול להיווצר גם סמוך לקרקע מתהליכים תעשייתיים של זיהום. אוזון זה הוא מזיק לבריאות ופוגע בתוצרי גומי. על שאר שכבות האטמוספירה לא נפרט כאן.



תמונה 2: א) מבנה האטמוספירה של כדור הארץ. ככל שעולים בגובה, האטמוספירה נעשית דלילה יותר, והלחץ קטן. הטמפרטורה יורדת למעט מקומות בהם נוצר חום בגלל קרינת UV. הטרופוספירה היא אזור מזג האוויר, מכילה 80% מהמסה של האטמוספירה, משתרעת בין הגבולות 15-0 קילומטרים מפני כדור הארץ. ב) שינוי הרכב האטמוספירה בכדור הארץ לאורך השנים.

לאורך שנות קיומו של כדור הארץ ידעה האטמוספירה שינויים רבים בהרכבה (תמונה 2 ב'). האטמוספירה הראשונית הייתה עניה בחמצן, והכילה בעיקר CH_4 , NH_3 , H_2S , H_2O . עם התפתחותם של יצורים פוטוסינתטיים, ריכוז החמצן באטמוספירה הלך ועלה וריכוז הפחמן הדו-חמצני ירד. כיום המרכיב העיקרי באטמוספירה הוא חנקן (N_2 78%), חמצן (O_2 , 21%), האחוז הנותר מכיל אדי מים, פחמן חד-חמצני (CO), פחמן דו-חמצני (CO_2), נאון (Ne), ארגון (Ar), מתאן (CH_4), אוזון (O_3), וגזים אחרים (טבלה 1).

מרכיב באטמוספירה	גז
78%	חנקן (N_2)
21%	חמצן (O_2)
0.9%	ארגון (Ar)
0.04%	פחמן דו-חמצני (CO_2)
0.06%	גזים אחרים

1.2 אפקט החממה והספקטרום האלקטרומגנטי

חלק מהגזים המרכיבים את האוויר נקראים גזי חממה. באופן טבעי, גזי חממה מונעים מהחום שנקלט מהמשמש מלברוח בחזרה לאטמוספירה. ללא גזים אלה, הטמפרטורה הממוצעת על פני כדור הארץ הייתה $-18^{\circ}C$, מצב שלא היה מאפשר חיים על פני כדור הארץ, זאת בהשוואה לממוצע הטמפרטורה כיום העומד על 15 מעלות צלזיוס. **אבל מה הופך גז להיות גז חממה?** קרינה תת-אדומה (infra-red), היא קרינה בטווח אורכי גל 700nm-1000nm, אותה אנו יכולים להרגיש כחום. מי שעמד מספר דקות בשמש, ליד מדורה או נורת להט, מכיר בוודאי את תחושת החום על גבי עורו. אצל בעלי חיים מסוימים התפתחו לאורך האבולוציה יכולות לזיהוי טרף על בסיס פליטת הקרינה התת-אדומה. וליכולת שלנו למדוד את הקרינה הזו יש גם שימושים אזרחיים וצבאיים.

כאשר קרינת השמש פוגעת בכדור הארץ חלק ממנה נבלע והחלק שמוחזר מהאדמה הוא קרינה תת-אדומה אותה אנו מרגישים כחום. האוויר אותו אנו נושמים מורכב בעיקר מחמצן וחנקן, שהן מולקולות יחסית "פשוטות", במובן הזה שכאשר הן נחשפות לקרינה תת-אדומה המולקולות רוטטות בצורה מאד מוגבלת שלא מאפשרת יצירה של חום. בהשוואה אליהן, ובתגובה עם אור השמש, מולקולות פחמן דו-חמצני יכולות להחזיר קרינה תת-אדומה אותה אנו מרגישים כחום. הסיבה לכך היא, שאטומי החמצן והפחמן יכולים להימצא במישורים שונים וכתוצאה מכך במגע עם האור נפלטת קרינה תת-אדומה. אותו הדבר נכון גם למולקולות המים שיש באוויר, גז המתאן, ועוד. מכאן שלגזי החממה יש תפקיד מכריע בשמירה על טמפרטורת כדור הארץ בטווחים מאפשרי חיים. הבעיה היא מה קורה כאשר ריכוזם באטמוספירה עולה מעבר לסף מסוים.

1.3 שיעורים ומשימות

1.3.1 שיעור 1: חוקרים שינויים בהרכב האטמוספירה של כדור הארץ.

מהלך השיעור

התלמידים מקבלים קובץ אקסל עם נתונים המכיל את שינוי הטמפרטורה בכדור הארץ, ושינוי בריכוז הפחמן הדו-חמצני בין השנים 1850-2019. כדי לנתח את הנתונים התלמידים מקבלים 3 שאלות מנחות ומתמודדים עם הכנת תרשימים, וניסוח מסקנות.

ידע קודם נדרש

התלמידים צריכים ידע מקדים בשימוש עם תכנת אקסל. אפשר למצוא מדריכים טובים ברשת לשם כך.

הנחיות לתלמיד

1. לפניכם קובץ נתונים שעובדו מהאתר "our world in data". התבוננו בנתונים וענו על השאלות הבאות:
2. האם יש מגמה של שינוי בריכוז הפחמן הדו-חמצני בין השנים 1850-2019?
3. האם יש מגמה של שינוי טמפרטורה ביחס לממוצע הטמפרטורה בין השנים 1960-1990?
4. האם קיים קשר בין שינוי ריכוז הפחמן הדו-חמצני לשינוי בטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1960-1990?
5. כדי לענות על כל אחת מהשאלות הכינו תרשים מתאים. הקפידו לציין את הכותרת לתרשים, מקרא, צירים ויחידות מידה. מתחת לכל תרשים הוסיפו תיאור תרשים.
6. נסחו מסקנה אחת העולה מהתרשימים שהכנתם.
7. ארגנו את התרשימים שהכנתם בשקף אחד, הוסיפו את שמכם בראש השקף וצרפו את השקף ללוח הפדלט השיתופי.

תוצאות למורה

חלק ראשון - בוחרים את סוג התרשים.

- כדי לענות על שאלות 1, 2 אנו מצפים מהתלמידים להכין גרף ובעזרתו לבדוק האם יש מגמה. סביר להניח שהתלמידים יתלבטו בין גרף קווי לגרף עמודות. אז מה נכון?
- א. נקודת המוצא שלנו בבחירת הגרף היא שגרף **עמודות תמיד נכון**. גרף קווי נכון במקרים מסוימים. לשם כך עלינו להבחין בין סוגי המשתנים. משתנה יכול להיות:
1. **קטגוריאלי**: למשל ארץ, מספר בית (הוא משתני קטגורי מאחר ואין משמעות לבית מספר 38.5), צבע שיער, זווית ועוד.
 2. **אורדינלי**: משתנה אורדינלי, דומה למשתנה קטגוריאלי למעט העובדה שניתן לסדר את הקטגוריות לפי סדר בעל משמעות. למשל עונה (קיץ, אביב, סתיו).

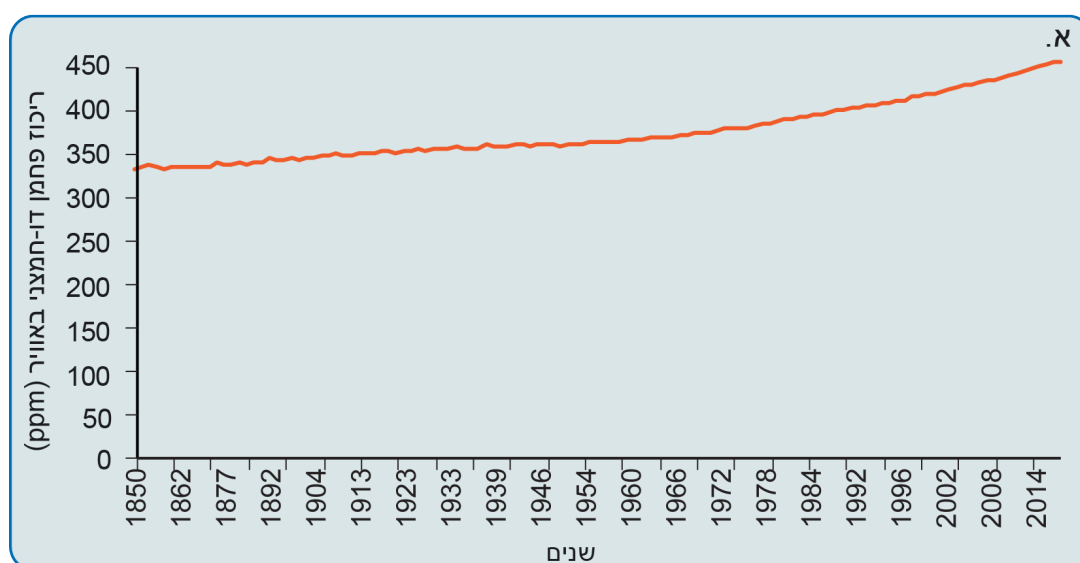
3. **מספרי:** דומה למשתנה אורדינלי, אבל המרווחים בין הערכים של המשתנה הם זהים. זהו משתנה רציף, שקל לזהותו לפי העובדה שיש משמעות לערכי הביניים שלו. למשל דרגת pH, צפיפות, הכנסה חודשית ועוד.

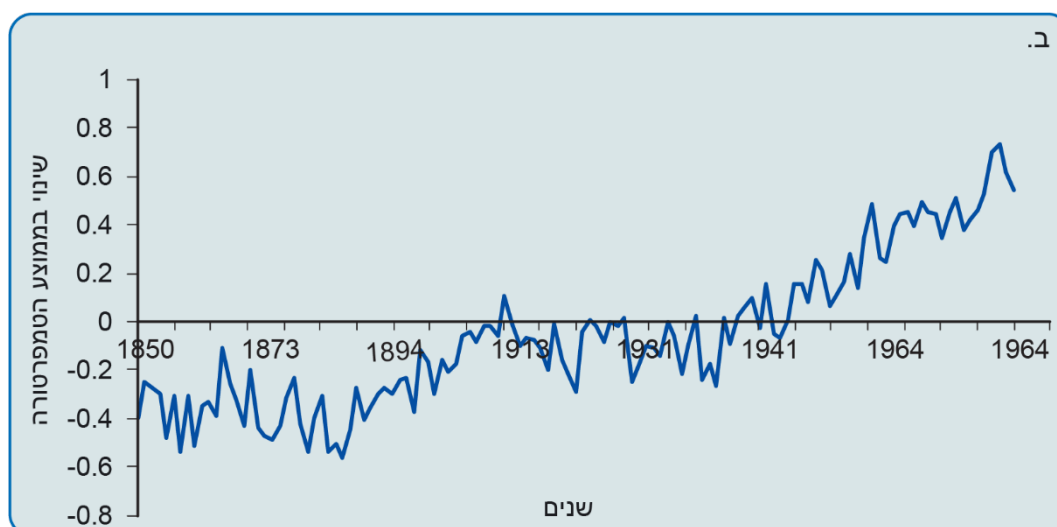
ב. אם כך, כאשר המשתנה שלנו **מספרי**, או **אורדינלי**, אנו יכולים להשתמש בגרף קווי. לדוגמה, אם אנחנו מודדים את נתוני לחץ הדם, של אותו אדם, כל שעה במשך יממה. במקרה הזה המשתנה "שעה" הוא משתנה אורדינלי, ואנו יכולים להשתמש בגרף קווי להצגת התוצאות. אותו הדבר יהי נכון גם עבור מדידות של ריכוזי הגז פחמן דו-חמצני באוויר בכל שנה. ניתן כמובן להתייחס ל "שנה" גם כאל משתנה קטגוריאלי.

ג. **שיקולים אחרים:** לפעמים השיקול בבחירת הגרף יהיה דווקא המסר אותו אני רוצה להעביר. אם למשל כמות נתונים, היא מועטה, נניח - ריכוז פחמן דו-חמצני באוויר בשנים 2000 ו-2001. במקרה זה אולי יהיה יתרון להציג את הנתונים בצורה של עמודות למרות שכבר אמרנו שמותר להשתמש בגרף קווי מאחר והמשתנה "שנה" הוא אורדינלי. באותו האופן, לפעמים הדגמת גודל השינוי ממוחשת בצורה טובה יותר בגרף עמודות, אך אם המגמה היא זאת שחשובה ואז גרף קווי יעביר את המסר בצורה טובה יותר.

עבור השאלה הראשונה: המשתנה "שנה" הוא משתנה אורדינלי, ולכן נבחר בגרף מסוג קו להצגת התוצאות (תמונה 3 א'). ניתן היה לבחור גם בגרף עמודות, אבל אנו סבורים שנראה את מגמת השינוי בצורה טובה יותר בגרף קווי.

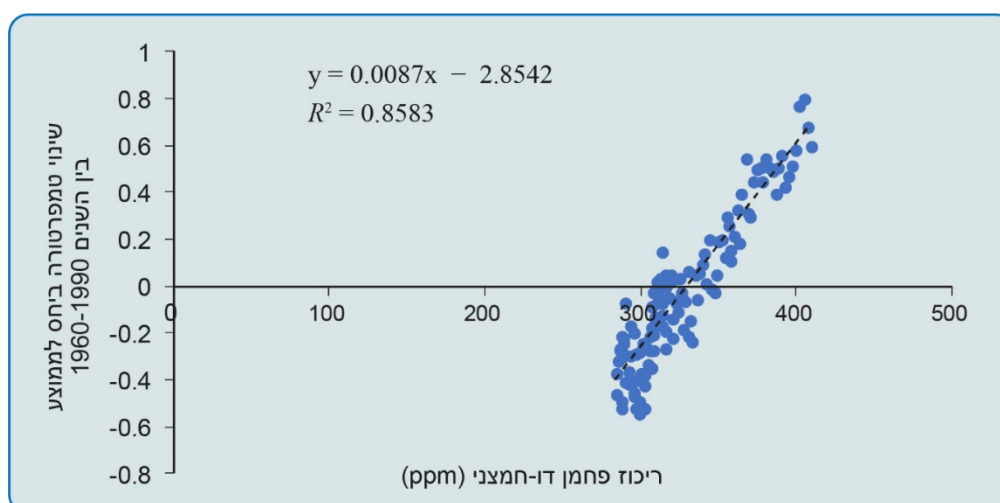
עבור השאלה השנייה: כמו בשאלה הקודמת, המשתנה "שנה" הוא אורדינלי. הנתונים המוצגים בגרף הם השינוי (כלומר ההפרש או דלתא) של הטמפרטורה הממוצעת העולמית בשנה מסוימת בהשוואה לממוצע הטמפרטורה בין השנים 1960-1990. אם לדוגמא, בשנת 1894, הטמפרטורה הממוצעת הייתה נמוכה ממוצע הטמפרטורה בין השנים 1960-1990 אז נקבל כמובן הפרש שלילי. גם כאן, נעדיף להשתמש **בגרף קווי** (תמונה 3 ב'). כדי לראות טוב יותר את השינוי בין כל שנה. אבל **ניתן** היה להציג את המגמה גם בתרשים עמודות.

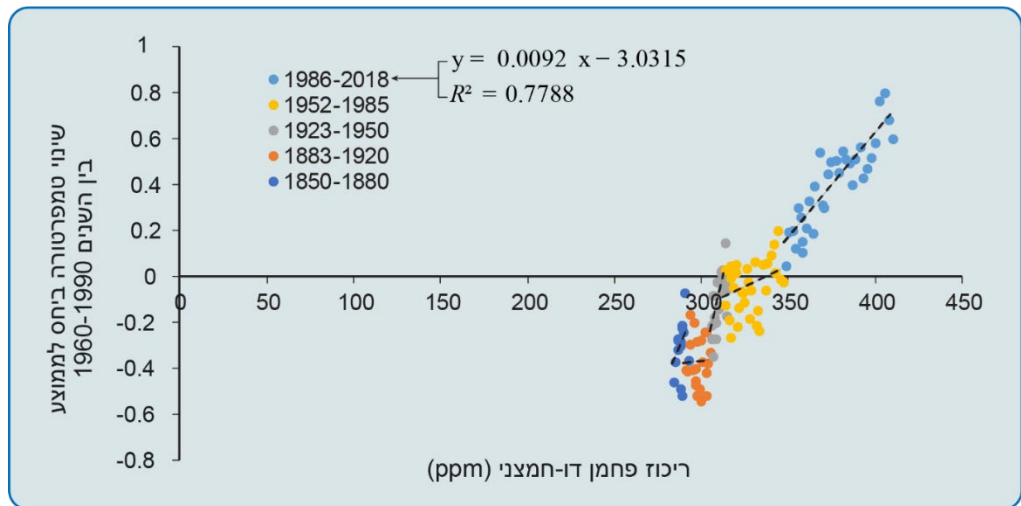




תמונה 3 א', ב': השינוי בריכוז פחמן דו-חמצני באוויר ובממוצע הטמפרטורה בין השנים 1850-2014. א). השינוי בריכוזי הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה. ב) השינוי בממוצע הטמפרטורה ביחס לממוצע הטמפרטורה בין 1960-1990.

עבור השאלה השלישית: כדי להציג קשר בין משתנים נרצה לבחור בגרף מסוג "פיזור XY", בגרף כזה לכל נקודה בגרף יש ערך X וערך Y מתאים. צריך לזכור שאנחנו לא יכולים לחבר את הנקודות בקו רציף, שכן מדובר במשתנים שונים. ניתן ורצוי להעביר קו מגמה ולהציג את ערך R^2 בתרשים. ערך זה מלמד אותנו, כמה מהשונות מוסברת על ידי הנתונים. ככל שערך זה קרוב יותר לאחד הקשר הסטטיסטי חזק יותר (תמונה 4 א', ב).





תמונה 4 א', ב': הקשר בין ריכוז פחמן דו-חמצני באוויר לבין שינוי הטמפרטורה ביחס לממוצע הטמפרטורה העולמי בין השנים 1960-1990. **א.** כל הנתונים מוצגים כמקשה אחת. ניתן לראות מגמה כללית של מתאם גבוה בין רמת הפד"ח לשינוי בטמפ' ביחס לממוצע העולמי. **ב.** הנתונים מקובצים לאשכולות המייצגים תקופות שנים קרובות. ניתן לראות בדרך הזאת, שהשינוי הגדול ביותר מתייחס לשנים 1986-2018. בדרך ההצגה הראשונה אמנם אנו רואים מגמה, אבל אין דרך לדעת לאיזו שנה כל נקודה מתייחסת. בנוסף, כאשר בוחנים את ערכי R^2 של כל אחד מקווי המגמה עבור קבוצות השנים השונות, באמת ניתן לראות שהקשר לא ניתן לאבחון לפני 1950.

1.3.2 שיעור 2: מדגימים את פעילות גזי החממה

(מבוסס על ניסוי של פרופ' ניר אוריון).

מהלך השיעור

מטרת הניסוי היא להדגים את אפקט החממה. בניסוי מתנסים התלמידים בהכנת תרשים, תיאור תוצאות והסקת מסקנות.

ידע קודם נדרש

היכרות עם גיליון אלקטרוני אקסל.

היכרות עם ניסוח תהליכים כימיים, והמושגים מגיבים ותוצרים.

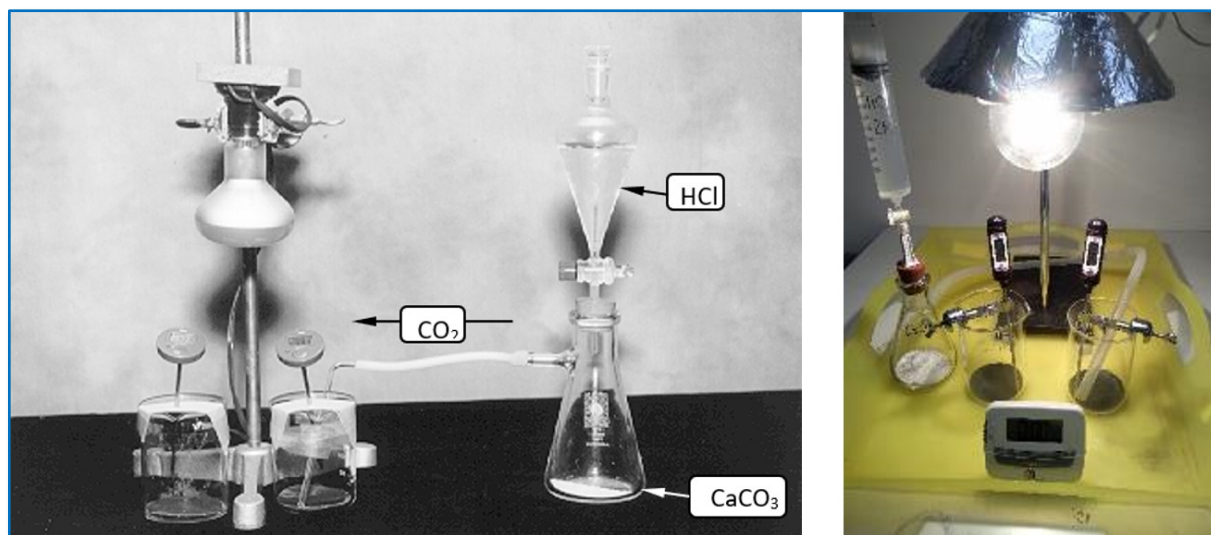
ציוד נדרש

- ארלנמיייר עם CaCO_3 .
- משפך מפריד עם חומצה מלחית (HCL) בריכוז.
- שתי כוסות כימיות בנפח 150 מ"ל שבתחתית כל אחת מהן בריסטול שחור.
- שני מדחומים.
- פארפילים לאיטום הכוסות הכימיות.
- נורה כמקור חום.
- צינורית לחיבור בין הארלנמיייר לאחת מהכוסות הכימיות.

משימה ראשונה

בשנים האחרונות גובר החשש מפני השינויים העלולים להתרחש כתוצאה מהתחממות האטמוספירה של כדור הארץ. לדעת רוב המדענים עלייה בטמפרטורה תגרום לשינוי אקלימי עולמי אשר יגרום בין היתר להמסת קרחונים, לעליית מפלס פני הים ולהצפת אזורים נרחבים לאורך החופים. במהלך שנות התשעים של המאה ה-20 נמדדה באזורים רבים בכדור הארץ טמפרטורה גבוהה מהמוצע. חוקרים רבים טוענים שאפשר לראות בכך סימן לבאות והוכחה ששינוי אקלימי אכן מתרחש. לטענתם בעתיד הטמפרטורות ימשיכו לעלות ואירועים קיצוניים כגון הצפות, סופות ושנות בצורת, יתרחשו בתדירות גבוהה יותר ובעוצמה חזקה יותר.

1. לפי מה שידוע לכם אילו גורמים עלולים להשפיע על הטמפרטורה בפני כדור הארץ?
2. התבוננו במערכת הניסוי (תמונה 5). הניסוי כולל שתי כוסות כימיות זהות בנפחן (כוס ניסוי וכוס בקרה), בתחתית כל אחת מהכוסות מונחת דסקית שחורה. שתי הכוסות מוארות מלמעלה במנורה הממוקמת במרחק שווה מכל אחת מהן. בשתי הכוסות מונח מד טמפרטורה המודד את טמפרטורת האוויר שבכוס.
א. ברגע הדלקת הנורה, מדי הטמפרטורה מראים טמפרטורה זהה בשתי הכוסות. הציעו מספר גורמים, שאם תשנו אותם, תשנו את הטמפרטורה באחת הכוסות.
ב. נסו למצוא התאמה בין הגורמים שהצעתם לבין גורמים טבעיים המשפיעים על הטמפרטורה של כדור הארץ.
ג. מה תפקיד כוס הבקרה בניסוי?



(CaCO_3), הפחמן דו-חמצני שנוצר מוזרם רק לאחד מהכלים. בכל

כלי יש מד טמפרטורה.

משימה שנייה – ניסוי.

1. כדי לבחון את השפעת תוספת פחמן דו-חמצני על עליית הטמפרטורה, נרצה להעלות את ריכוז הפחמן הדו-חמצני באחד הכלים. לשם כך הכינו את מערכת הניסוי כפי שמתואר באיור 5 ב'.



תהליך זה הוא תהליך המסת קלציט בחומצה מלחית.

2. בעת פתיחת המשפך המפריד תתערבב החומצה המלחית עם הקלציט (CaCO_3), ותרחש תגובת ההמסה הבאה:
3. השלימו את התהליך הכימי המתאר את תגובת ההמסה בין הקלציט לחומצה המלחית.
4. האם לדעתכם תוספת פחמן דו-חמצני לכוס הניסוי תשפיע על הטמפרטורה? אם כן, האם טמפרטורת כוס הניסוי תהיה גבוהה יותר מכוס הבקרה, נמוכה ממנה או זהה לה? הסבירו.
5. המיסו קלציט (CaCO_3) בחומצה מלחית (HCl), על ידי פתיחת המשפך המפריד, כדי להפיק את הפחמן הדו-חמצני והזרימו אותו לכוס הניסוי (תמונה 5 ב').
6. עקבו אחר שינוי הטמפרטורה בשני הכלים, כל דקה למשך 20 דקות.
7. ארגנו את תוצאות הניסוי בטבלה הבאה.
8. תנו כותרת לטבלה

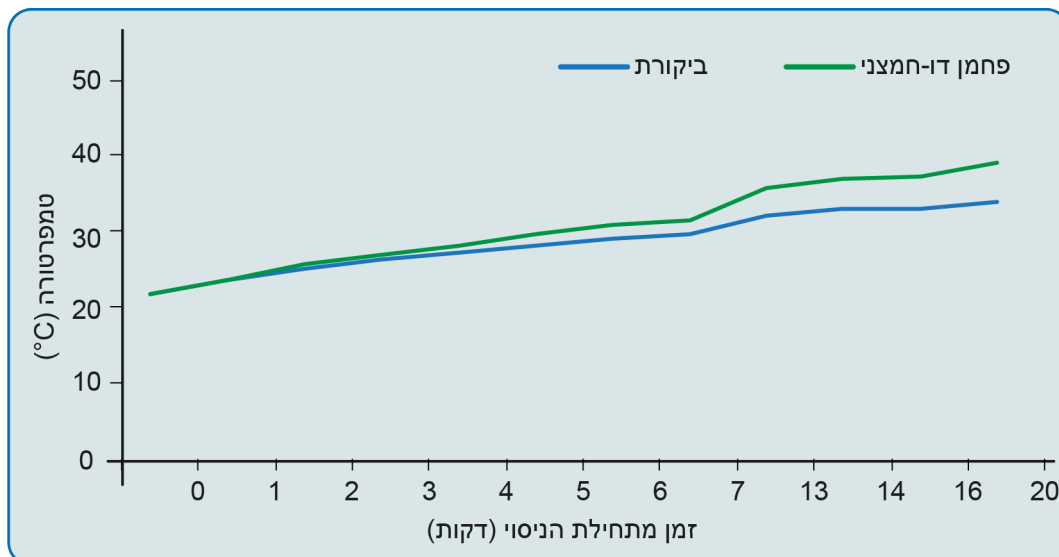
טבלה :

הפרש טמפרטורה		הטמפרטורה הנמדדת				תיאור השינוי שנעשה
		כוס ביקורת		כוס ניסוי		
כוס ביקורת	כוס ניסוי	אחרי	לפני	אחרי	לפני	
						הזרמת פחמן דו-חמצני אל כוס הניסוי

9. ארגנו את התוצאות בתרשים ותארו את התוצאות.
10. נסחו מסקנה אחת שעולה מהניסויים שבצעתם במהלך ההתנסות.

שיעור 2: תוצאות למורה

- אפשר לראות שקיימת השפעה קטנה של תוספת פחמן דו-חמצני על הטמפרטורה (תמונה 6). עם התלמידים אפשר לדון בכך. האם שינוי כה קטן בטמפרטורה הוא באמת משמעותי? למה מתכוונים שמציינים טמפרטורה עולמית ממוצעת?
- אפשר למצוא הקבלה בין השפעת מרחק הכוס הכימית מהמנורה על הטמפרטורה בכוס לבין השפעת מרחק כדור הארץ מהשמש על טמפרטורת כדור הארץ.



תמונה 6: השפעת תוספת פחמן דו-חמצני על עליית הטמפרטורה בכלי.

- אפשר להסיק שטמפרטורת האטמוספירה של כדור הארץ מושפעת מגורמים רבים. שינוי בכל אחד מהגורמים עלול לגרום לשינויי בטמפרטורה

1.3.3 שיעור 3 : האי השוקע

מהלך השיעור

בפעילות זו, משתמשים בנתונים על מנת לחזות את עליית גובה פני הים, דנים בגורם אי הוודאות, ומחליטים האם המדינות המזהמות ביותר צריכות לשלם פיצויים לתושבי האיים שבסכנת הצפה, או לקלוט אותם לאחר שמקום מגוריהם יוצפו. בשיעור זה יבואו לידי ביטוי מיומנויות קריאת גרף, ניבוי מבוסס נתונים וקבלת החלטות. שיעור זה מתאים גם כפעילות הוראה מרחוק.

הכנות נדרשות

צרו באפליקציית המנטימטר שאלה עבור תלמידכם – מה הייתם מרגישים אילו הייתם גרים בקריבטי? בחרו בתצוגת ענן מילים. לאחר מכן הציגו את התוצאות במליאה.

פתיח

1. צפו בסרטונים המוצגים בקישורים מטה (על פי הסדר).

[The Paris Climate Deal May Be Too Little, Too Late for the Islanders of Kiribati](#)

[Kiribati Land Purchase in Fiji](#)

(10 דק') הצגת הנושא

2. ענו על השאלה הבאה באתר המנטימטר: מה הייתם מרגישים אילו הייתם גרים בקריבטי?

(15 דק') עריכת תחזיות

לגבי עליית גובה פני הים

בקריבטי

1. דונו בסיבות לעליית גובה פני הים.
2. היעזרו בגרף "תחזית עליית גובה פני הים" המובא מטה, ובנתונים נוספים על פי ראות עיניכם וכתבו תחזית – מתי לדעתכם יוצף האי קריבטי?
3. דונו בשאלה - באיזה שלב תמליצו לאנשים לנטוש את קריבטי? כשהים יכסה את רוב האדמה? כשהיה מחסור במי שתייה בגלל שמי התהום יזדהמו ממי הים? כשהאיים לגמרי ישקעו? האם תוכלו להצביע בתחזית שכתבתם מעלה על השלב בו אתם ממליצים לנטוש את האי?

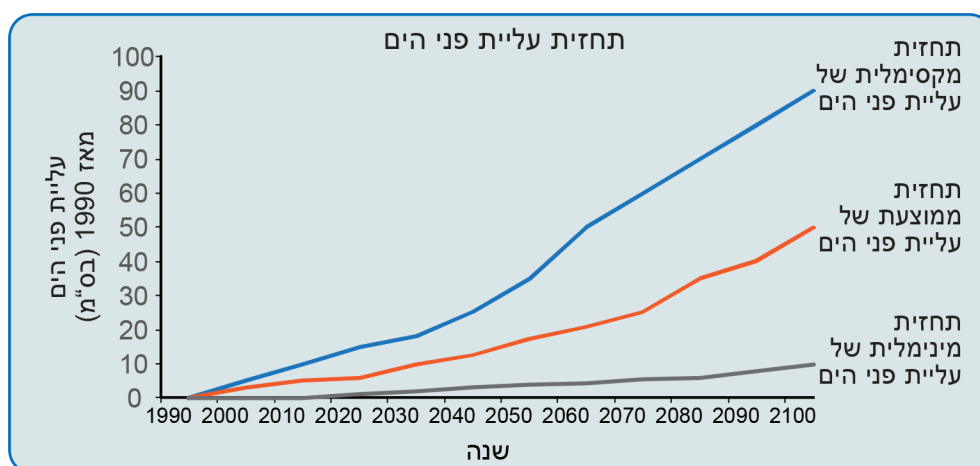
דיון ערכי (15 דקות)

דונו בשאלה: האם המדינות המובילות בפליטות פחמן דו-חמצני וגזי חממה אחרים (למשל ארה"ב, סין והמדינות האירופאיות) צריכות לקנות שטחים לתושבי איים שבסכנת הצפה? התבוננו בתרשימים המובאים [בקישור זה](#) על מנת להדגיש את ממדי אי השוויון בפליטות הפד"ח. נמקו עמדתכם

מידע למורה

1. גרף תחזית עליית פני הים שיש לתת לתלמידים בתחילת משימת הליבה. דפי עבודה מובנים

בנושא זה קיימים [בקישור לאוגדן פעילויות עומ"ר](#)



גרף תחזית עליית גובה פני הים.

2. תרשים של האי קריבטי. על רוב האיים, הנקודה הגבוהה ביותר היא פחות מ-3 מטרים מעל פני הים. אלפי אנשים חיים בשטח שנמצא 40 ס"מ או פחות מעל פני הים.



חתך צד של האי קריבטי המתאר את המבנה הטופוגרפי של האי.

3. בדיון על גובה פני הים והצגת המלצות התלמידים העלו את נושא אי הוודאות בהערכות.

אי-ודאות

מדענים משתמשים במודלים ממוחשבים על מנת לחזות את עליית פני הים בעתיד. מאחר והמדענים לא יכולים לדעת את ערכי כל המשתנים המשפיעים על תופעה אקלימית, כמו ריכוז דו תחמוצת הפחמן, הטמפרטורה הממוצעת, כמות המשקעים ועוד, הם קובעים ערכי מקסימום ומינימום צפויים למשתנים האלו, על פי הנחות מחקר שונות. הערכים השונים לכל משתנה נותנים טווח של תחזיות לעליית פני הים. למשל בשנת 2040 גובה פני הים יעלה בין 4 ל-24 מ"ס. הערך של טווח התחזיות הזה נכתב כאי-ודאות: תחזית עליית גובה פני הים ב 2040 = (14 מ"ס , ± 10 מ"ס).