

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





**הקשר בין פעילות האדם,
כחמן דו חמצני וטמפרטורה**

יחידה 4

הקשר בין פעילות האדם, פד"ח וטמפרטורה

ידע למורה: ביחידה הקודמת (יחידה 3), התלמידים רכשו בסיס ידע מדעי בנושא גזי חממה, אפקט החממה ועל האופן בו הם תורמים להתחממות גלובלית. ראינו שפחמן דו חמצני (פד"ח) הוא שחקן מרכזי בתהליך התחממות הגלובלית. ביחידה זו נעסוק בקשר בין גזי חממה, ובפרט בפד"ח, להתחממות גלובלית. האם פעילות האדם אכן גורמת לעלייה בפד"ח ובעקבותיה לעליית הטמפרטורה? או האם הגורמים לעלייה הם שינויים בפעילות השמש או תופעות מחזוריות טבעיות של כדה"א? ביחידה זו נתייחס לשאלות האלו תוך כדי התבוננות בנתונים עכשוויים ומהעבר של כדה"א.

את השיעור הראשון ביחידה נפתח בהבדל בין מתאם לסיבתיות (correlation and causation) - מושגים מהותיים לבחינת הקשר בין פד"ח לטמפרטורה. בגוף השיעור התלמידים יבחנו נתוני פד"ח וטמפרטורה ממוצעת לאורך ההיסטוריה של כדה"א וימצאו שקיים מתאם בין ריכוזי פד"ח באטמוספירה לבין טמפרטורה גלובלית ממוצעת. (כלומר, ריכוז פד"ח עולה וגם טמפרטורה גלובלית ממוצעת של כדה"א עולה, אך לא בהכרח האחד גורם לשני, אלא שניהם עולים מסיבה אחרת). לאחר מכן נתייחס לשאלה - האם וכיצד ניתן להוכיח כי האחד (ריכוז פד"ח) אכן גורם לשני (עלייה בטמפרטורה ממוצעת)? בסיכום נכיר את העמדה של ה-IPCC בנושא הקשר בין פעילות האדם להתחממות גלובלית.

מושגים: מתאם (קורלציה), סיבתיות, פחמן דו חמצני (פד"ח), אטמוספירה, שריפת דלקים פוסיליים, תקופת קרח.

מיומנויות בשיעור: אוריינות מדעית - התמצאות מדעית, פרשנות נתונים וראיות

פתיחה:

מתאם וסיבתיות - הנתונים המוצגים ביותר לציבור בהקשר של שינוי האקלים מראים מתאם הדוק בין פד"ח לבין טמפרטורה לאורך ההיסטוריה של כדה"א. נפתח את השיעור בנושא של מתאם וסיבתיות, כלומר האם מדובר על סיבה ותוצאה? מתאם (קורלציה) בין שני גורמים הינו מדד סטטיסטי שמעריך את המידה שבה הגורמים קשורים או תלויים אחד בשני. מתאם מעלה את האפשרות, אך לא מוכיח, כי קיים קשר בין שני הגורמים. למשל יש מתאם בין מספר הסיגריות שמעשנים ביום לבין הסיכוי לחלות ולמות מסרטן ריאות. אבל האחד אכן גורם לשני? דוגמא נוספת: יש מתאם בין מספר הנעלים שילד נועל לבין רמת ה-IQ שלו, אך בוודאי אין סיבתיות בין גורמים אלו, כי הגורם הוא הגיל. ככל שגיל הילד עולה גם ה-IQ עולה וגם הילד גדל ומספר הנעלים שהוא נועל גדל.

בפתיחה נראה לתלמידים שני גרפים אשר מראים מתאם ונדון בקשר הסיבתי בין הגורמים המוצגים. הגרפים מבוססים על נתוני אמת אבל רק בגרף הראשון הקשר בין הגורמים (עישון ומוות מסרטן ראיות) נחקר והוכח. בגרף השני רואים כי קיים מתאם בין מכירות גלידה לבין התקפות כרישים אך אין קשר סיבתי בין הגורמים. המתאם ביניהם נובע מקשר לגורם שלישי - קיץ. ניתן להוכיח קשר סיבתי דרך מחקר אשר בוחן את הקשר באמצעות השיטה המדעית.

נספר לתלמידים על מחקר בקרב תלמידי תיכון שהראה שתלמידים בעלי ביטחון עצמי גבוה יותר קבלו ציונים יותר גבוהים במבחנים. כלומר, קיים מתאם (קורלציה) בין מידת הביטחון העצמי של התלמידים לבין ההישגים שלהם במבחנים. מתאם בין גורמים הינו מדד סטטיסטי המעריך את המידה שבה הגורמים קשורים או תלויים זה בזה. נשאל את התלמידים: האם לדעתכם יש קשר סיבתי (סיבה - תוצאה) בין ציונים לביטחון

עצמי? מה לדעתכם הגורם המשפיע (משתנה הבלתי תלוי) ומה הגורם המושפע (משתנה התלוי) בדוגמה הזאת?

נמצא שיש קשר, אבל לא בכיוון שחשבו - קבלת ציונים גבוהים היא זו שגורמת לביטחון עצמי גבוה ולא להיפך. למעשה עודף ביטחון עצמי עלול לפגוע בציונים. לכן הגורם הבלתי תלוי (המושפע) הוא קבלת ציונים גבוהים והגורם התלוי (המושפע) הוא ביטחון העצמי.

נשאל את התלמידים האם הם יכולים לחשוב על דוגמאות נוספות למתאם בין גורמים? בכל דוגמא יש לציין מה הגורם המשפיע ומה הגורם המושפע. (למשל הקשר בין אור להתפתחות הצמח)

נבקש מהתלמידים לעבוד בדף עבודה בנושא מתאם וקשר סיבתי (נספח 1 להלן בעמוד הבא - דף עבודה + תשובות למורים):

מיומנויות: אוריינות מדעית - פרשנות נתונים וראיות

גוף השיעור:

התלמידים יעבדו בקבוצות קטנות על דף עבודה (נספח 2 להלן אחרי נספח 1 - דף עבודה + תשובות למורה) בו ינתחו נתוני פד"ח וטמפרטורה שנאספו לאורך זמן. הנתונים מראים מתאם (קורלציה) ברור בין פד"ח לטמפרטורה. בהתנסות נשים דגש על בחינת הקשר הסיבתי (causation) ביניהם. נסיים את חלק א' בדיון בתשובות לשאלות. ניתן לתת לתלמידים להשוות תשובות ואז לקיים דיון.

מיומנויות: אוריינות מדעית - פרשנות נתונים וראיות

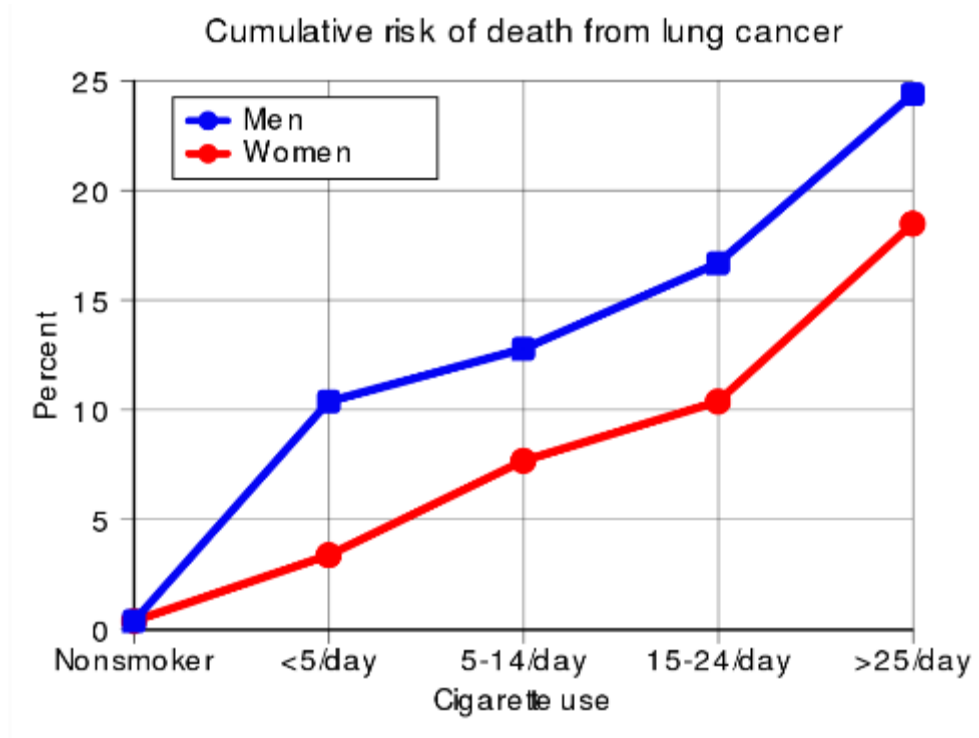
סיכום:

התלמידים יקראו וידונו בסיכום מתוך אחד הדוחות של ה-IPCC וידונו בתובנות הוועדה (נספח 3).

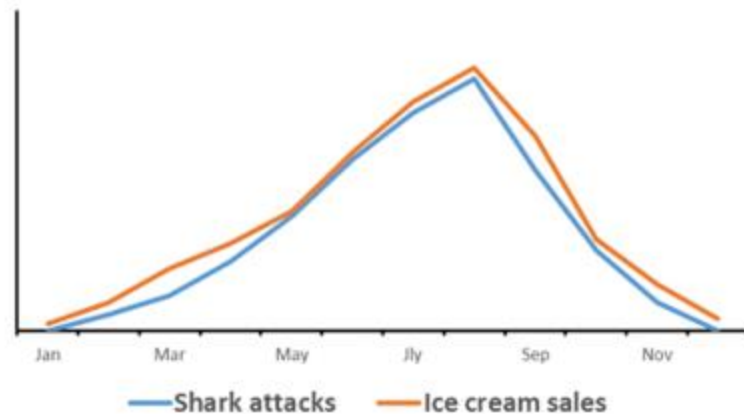
מיומנויות: אוריינות מדעית - התמצאות מדעית

נספח 1 - דף עבודה בנושא מתאם וקשר סיבתי

גרפים 1 ו-2 מציגים נתוני אמת אשר מראים מתאם בין שני גורמים. התבוננו בגרפים וענו על השאלות:



גרף 1 - הסיכון המצטבר למוות מסרטן ריאות באחוזים כפונקציה של מספר הסיגריות שמעשנים ביום בקרב נשים (עקום התחתון, אדום) וגברים (עקום העליון, כחול). ציר X מציג מספר סיגריות ליום וציר Y מציג סכנת מוות מסרטן ריאות באחוזים. מקור: [NIH](http://nih.gov).



גרף 2 - מכירות גלידה (כתום) ומספר תקיפות כריש (כחול) לאורך השנה (ציר X מראה את חודשי השנה). ציר ה-Y הוא כמות שרירותית (סכנה, גלידה!).

מקור: <http://csm-cambridge.com/services/data/predictive-analytics>

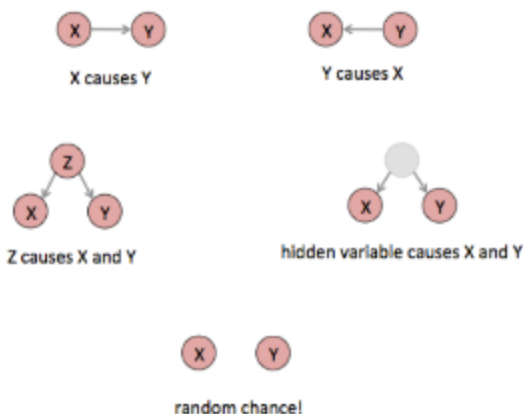
1. תארו את המגמות שניתן לראות בגרף 1.
2. מה ניתן להסיק לגבי עישון סיגריות מגרף 1?

3. תארו את המגמות שניתן לראות בגרף 2.
4. מה ניתן להסיק מגרף 2?
5. האם המסקנות משני הגרפים אמינות באותה מידה בעיניכם? מדוע?
6. החל מ-1912, מדענים ורופאים ראו כי קיים מתאם בין עישון סיגריות לבין תחלואה בסרטן ריאות. למרות המתאם המובהק, בשנות ה-50 של המאה הקודמת עדיין מתחו ביקורת קשה על כך שקשרו קשר סיבתי בין הגורמים. כיצד הייתם מוכיחים כי עישון גורם לסרטן ריאות?
7. ניתן להוכיח קשר סיבתי דרך מחקר אשר בוחן את הקשר באמצעות השיטה המדעית. למשל- התרנגול קורא בקול כאשר השמש זורחת. כיצד נוכיח כי התרנגול קורא כיוון שהשמש זורחת ולא הפוך (השמש זורחת כי התרנגול קורא בקול).
8. מתאם לא בהכרח מעיד על קשר סיבתי. הציעו סיבות נוספות שבעזרתן ניתן לראות מתאם בין שני גורמים.

תשובות למורה:

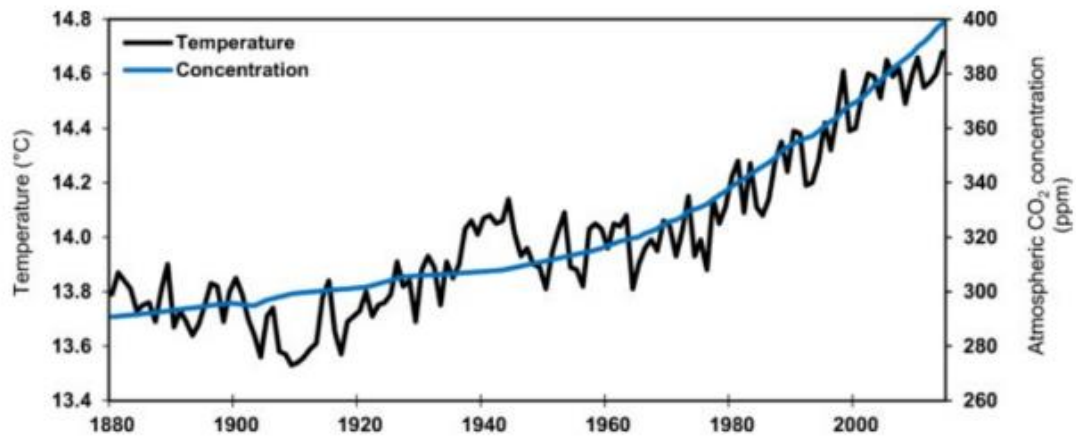
1. מגמות בגרף 1 - ככל שמעשנים יותר סיגריות כך גם עולה הסיכון המצטבר למוות מסרטן הריאות בקרב גברים ונשים.
 2. יש מתאם ברור בין הגורמים. ניתן להסיק שככל שמעשנים יותר סיגריות הסיכון לחלות ולמות מסרטן ריאות עולה. הסיבה-תוצאה במקרה זו נראה לנו מובן מאליו אבל הקשר הסיבתי בין עישון סיגריות לסרטן ריאות לא היה ברור עד שנות ה-60 של המאה הקודמת. למרות המתאם בין הגורמים, רבים פקפקו בקשר הסיבתי ביניהם.
 3. מגמות בגרף 2 - ניתן לראות השתקפות ע"י כרישים וגם מכירת גלידות עולים בחודשי הקיץ.
 4. גם בגרף 2 יש מתאם בין הגורמים. ניתן לראות שתקיפות ע"י כרישים ומכירת גלידה מראים את אותן המגמות. מכאן ניתן לשער כי קיים קשר בין הגורמים - עלייה במכירות גלידה גורמת לעלייה בתקיפות כרישים, או הפוך.
 5. בגרף 1 קיים מתאם בין עישון ומוות מסרטן ריאות. מחקרים רבים הראו הקשר בין הגורמים הוא סיבתי - עישון סיגריות אכן מעלה את הסיכון לחלות בסרטן ריאות.
 - בגרף 2 אמנם יש מתאם בין הגורמים אך הקשר אינו סיבתי. שניהם קשורים לגורם שלישי - קיץ. בקיץ חם וקונים יותר גלידה ובקיץ יותר אנשים הולכים לים ולכן גם מספר תקיפות כרישים עולה.
 6. ניתן לערוך תצפיות - כמה מתוך אוכלוסיית המעשנים חולה בסרטן ריאות לעומת אוכלוסיית הלא מעשנים. האם, למשל, קיים קשר בין כמות הסיגריות שמעשנים ליום הסיכוי לחלות בסרטן ריאות. כמו כן, ניתן לערוך ניסויים של תרבויות תאים או על בע"ח כדי להראות את ההשפעה המזיקה של עישון.
 7. אפשר לראות האם השמש זורחת גם בהיעדר קריאות התרנגול והאם התרנגול קורא בקול רק כאשר השמש זורחת.
 8. מתאם לא בהכרח מעיד על קשר סיבתי כיוון שיש גורמים אחרים (ידועים או לא ידועים) אשר יכולים להשפיע על הנתונים. א' יכול לגרום לב' או הפוך, ב' יכול לגרום לא'. הגורמים יכולים להיות קשורים לגורם חיצוני אחר ולכן יש מתאם ביניהם. לפעמים קיים מתאם המקרי.
- ניתן להציג את התשובה באופן גרפי :

How correlation happens



נספח 2 - נתוני פד"ח וטמפרטורה לאורך זמן

פחמן דו חמצני (פד"ח) נחשב לאחד מגזי החממה המרכזיים אשר גורמים להתחממות גלובלית (יחידה 3). בעירת דלקים פוסיליים כגון פחם, גז טבעי ודלק ממקורות כמו תעשייה, תחבורה או ייצור חשמל גורמת לפליטת פד"ח לאטמוספירה. מחקרים רבים מראים שריכוז הפד"ח באטמוספירה נמצא בעלייה מתמדת מאז המהפכה התעשייתית שהחלה בסוף המאה ה-18. בשנת 1958 החל מדען בשם צ'רלס קילינג לחקור את השינויים בריכוז הפד"ח באטמוספירה. ריכוז פד"ח נמדד ביחידות של חלקים למיליון (ppm - parts per million) - כמה חלקיקים מתוך מיליון חלקיקי אוויר הם פד"ח. המדידות התבצעו במאונה לוואי שבאיי הוואי משום שכך יכל קילינג למדוד אוויר רחוק מהשפעת אדם. הנתונים שהצטברו (מכונים עקומת קילינג), ביחד עם נתונים שנמדדו במאה ה-19 מוצגים באיור 1.



איור 1: כמות פד"ח באטמוספירה (בחלקים למיליון) וטמפרטורה עולמית ממוצעת בין השנים 1880 ל-2014. שימו לב הציר Y עבור טמפרטורה נמצא בצד שמאל והציר Y עבור פד"ח בצד ימין.

מקור:

[https://www.researchgate.net/publication/335336077 A new methodology for assessing the energy use-environmental degradation nexus/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/335336077_A_new_methodology_for_assessing_the_energy_use-environmental_degradation_nexus/figures?lo=1)

עיינו באיור וענו על השאלות הבאות :

1. תארו את התוצאות המוצגות באיור 1.
 2. הציעו מדוע יש מתאם בין פד"ח לטמפרטורה.
- לאורך ההיסטוריה הארוכה של כדה"א התרחשו שינויים הן בריכוז הפד"ח והן בטמפרטורות. היו תקופות קרות ממושכות אשר מכונות תקופות קרח, וגם תקופות שבממוצע, היו הרבה יותר חמות מהיום. בתקופות חמות אלו, לא היה קרח או שלג בקטבים ויש עדויות שהיו צמחים ויצורים טרופים בקווי רוחב גבוהים. יש הטוענים כי השינויים אשר מתרחשים היום הם חלק מהמחזוריות הטבעית של כדה"א ולא תוצאה של פעילות האדם.

א. כדי להתייחס לטענה זו נתחיל בתרגיל מחשבתי - נדמה את העלייה בטמפרטורות ובפד"ח לעלייה בהר. אדם (ללא משקל על גבו) עולה להר. לאחר מכן הוא מטפס (שוב ללא משקל על גבו) להר שני שיותר גבוה מההר הראשון. האם המאמץ הנדרש מאותו אדם להגיע לפסגה יהיה תלוי אך ורק לגובה אליו צריך לטפס, או האם תוכלו לחשוב על גורמים נוספים אשר יכתיבו את דרגת המאמץ?

כיצד ניתן לקשר זאת לניתוח נתונים של פד"ח וטמפרטורה?

ב. להלן טבלה עם נתוני פד"ח וטמפרטורה ממועדים שונים, לפני הספירה (לפנה"ס) וגם מהעידן המודרני. פד"ח נמדד ביחידות של חלקים למיליון (ppm) והטמפרטורה היא הסטייה ביחס לטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1961-1990.

תאריך	ריכוז פד"ח (ppm)	אנומליית הטמפרטורה (°C)
400 לפנה"ס	284.7	0
1901	296.1	0.16
2011	391.6	0.51

- בכמה השתנו ערכי הפד"ח והטמפרטורה מ-400 לפנה"ס ועד 1901?
- בכמה השתנו ערכי הפד"ח והטמפרטורה מ-1901 ועד 2011?
- מה קצב השינוי בפד"ח ובטמפרטורה בין 400 לפנה"ס ועד 1901?
- מה קצב השינוי בפד"ח ובטמפרטורה בין 1901 ועד 2011?

מה ניתן ללמוד מן החישוב בסעיף ב?

תשובות למורה:

1. יש מתאם בין טמפרטורה לריכוז פד"ח באטמוספירה. ניתן לראות עלייה הן בריכוז הפד"ח והן בטמפרטורה, כאשר קצב העלייה (השיפוע של העקומים) גבר באופן משמעותי אחרי 1960. ניתן גם לראות שלאחר שנת 2000 יש התייצבות של הטמפרטורה, אך לא של הפד"ח. למידע נוסף בנושא כנסו [לקישור](#) (באנגלית).

2. פד"ח הינו גז חממה. עלייה בריכוז הפד"ח באטמוספירה יגרום להגברת אפקט החממה ולכן להתחממות.

א. השיפוע וקצב העלייה. אם נעלה להר נמוך בדרך תלולה מאוד, יהיה יותר קשה מאשר לעלות להר גבוה בדרך מתונה יותר. נחזור לשינויי טמפרטורה ופד"ח - למרות שהיו טמפרטורות יותר גבוהות בעבר, צריך להסתכל גם על קצב שינויי הטמפרטורות (כפי שמחשב בסעיף ב').

ב. השינוי ערכי הפד"ח והטמפרטורה מ-400 לפנה"ס ועד 1901 לספירה:

- פד"ח : $11.4 \text{ ppm} = 296.1 - 284.7$

- טמפ' : $0.16 = 0.16 - 0$ מעלות צלזיוס.

כלומר בין השנים 400 לפנה"ס ועד 1901 הפד"ח עלה ב-11.4 ppm והטמפרטורה עלתה ב 0.16 מעלות צלזיוס.

השינוי בערכי הפד"ח והטמפרטורה מ-1901 ועד 2011:

- פד"ח : $95.5 \text{ ppm} = 391.6 - 296.1$

- טמפ' : $0.35 = 0.51 - 0.16$ מעלות צלזיוס.

כלומר בין השנים 1901 לפנה"ס ועד 2011 הפד"ח עלה ב-11.4 ppm והטמפרטורה עלתה ב 0.16 מעלות צלזיוס.

קצב השינוי בפד"ח ובטמפרטורה בין 400 לפנה"ס 1901 - כדי לחשב קצב, עלינו לחלק את השינוי בפד"ח/טמפ' במספר השנים שעברו. במקרה זה, 2301 שנים.

- פד"ח : $0.005 \text{ ppm} = 11.4 / 2301$ לשנה

- טמפרטורה : $0.00007 = 0.16 / 2301$ מעלות צלזיוס לשנה

קצב השינוי בפד"ח ובטמפרטורה בין 1901 ועד 2011 - כדי לחשב קצב, עלינו לחלק את השינוי בפד"ח/טמפ' במספר השנים שעברו. במקרה זה, 110 שנים.

- פד"ח : $0.868 \text{ ppm} = 95.5 / 110$ לשנה

- טמפרטורה : $0.0032 = 0.35 / 110$ מעלות צלזיוס לשנה

נספח 3 - תמצית הממצאים של ה-IPCC

הפאנל הבין ממשלתי לשינוי אקלים, ה-IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) הוקם בשנת 1988 על ידי התוכנית הסביבתית של האו"ם – UNEF והארגון המטאורולוגי העולמי – WMO. הפאנל הוקם כממשק בין מדע למדיניות בנושא שינוי אקלים, שמטרתו להעריך ולתכלל את הידע המדעי הקיים בנושא שינוי אקלים והשלכותיו, באמצעות בחינת אלפי מאמרים ומחקרים וניתוח רמת אי הוודאות ופערי הידע הקיימים.

קראו את תמצית הממצאים של ה-IPCC בהקשר של התחממות גלובלית ועליה בריכוז הפד"ח וענו על השאלה בעקבותיה:

תמצית הממצאים:

בסוף ספטמבר 2013 פורסם החלק הראשון של הדוח החמישי של ה-IPCC – Assessment Report 5, הבוחן את הנתונים המדעיים לתופעות שינוי אקלים.

יותר מ-800 מדענים מ-85 מדינות היו מעורבים בחיבור הדוח האחרון-AR5, ועוד אלפי מומחים ערכו בקרה עליו, כדי להבטיח שמגוון הדעות המדעיות ייוצגו בו.

הדו"ח פורסם זמן קצר לפני מפגש הצדדים ה-19 לאמנת שינוי אקלים, שהתקיים בוורשה בנובמבר 2013. הצדדים לאמנת האקלים ימשיכו במו"מ לקראת אימוץ הסכם גלובלי חדש שאמור להיחתם בפריז ב-2015 ולהיכנס לתוקף בשנת 2020.

החלק ה-I של הדו"ח החמישי מחזק מאוד את הבסיס המדעי להנחה כי פעילות האדם היא הגורם העיקרי להתחממות הגלובלית שנרשמה מאמצע המאה ה-20, תופעה אשר תמשיך גם אם יינקטו צעדי הפחתה משמעותיים של גזי חממה, וזאת בגלל היקף גזי החממה שכבר נפלטו ונמצאות באטמוספירה.

הדו"ח קובע בוודאות של 95% שהתחממות כדור הארץ מאז שנת 1950 נגרמת על ידי פעילות אנושית (כגון: פעילות של שריפת דלקים פוסיליים). חשוב להדגיש, כי בדו"ח שפורסם בשנת 2007 רמת הוודאות המדעית נקבעה על 90%; בדוח השלישי שפורסם בשנת 2001 נקבעה רמת הוודאות על 66% ובדו"ח שפורסם עוד ב-1995 עמדה רמת הוודאות נקבעה על 50%.

עיקרי הדוח מצביעים על התופעות הבאות:

- חלה עלייה במספר הימים והלילות החמים
- כל אחד משלושת העשורים האחרונים היה חם יותר מקודמו, והחם ביותר מאז 1850. ברמת סבירות גבוהה נקבע, כי בחצי הצפוני של כדור הארץ, שלושת העשורים האחרונים היו החמים ביותר ב-1,400 השנים האחרונות;
- ברמת וודאות של 95%, ההתחממות הגלובלית מתרחשת בעקבות פעילות האדם;
- האוקיינוסים (הקולטים 30% מה- CO_2 הנפלט) חומציים יותר;
- מפלס הים עלה במאה האחרונה ב-19 ס"מ, ועליית המפלס עוד תגדל על פי ההערכות בין 26 ל-82 ס"מ, גם בשל הפשרת שלגים וקרחונים. הסיבה לעליית מפלס פני הים הינה בעיקר עקב קליטת החום (כ-90% ממנו וכ-30% מפליטות CO_2 בידי אדם) דבר אשר גורם להמסת קרחונים ולהתפשטות המים ועליית המפלס;
- כתוצאה משינוי האקלים 35%-85% מהקרחונים ייעלמו במהלך המאה הקרובה, בכפוף לצעדים שיינקטו (אמנם באנטרקטיקה נרשם גידול קטן בקרח הימי, אך הסיבות לכך לא ברורות); {הערה:

יש טענות לפיהן, יתכן וקיים תהליך מחזורי כל שהוא, שבו חלים צמצום/גידול קרח ימי מסיבות כלשהן ולכן באנטרקטיקה יש כרגע גידול בקרח הימי}

- תופעות אקלים קיצוניות יתרחבו, וצפוי שמספר גלי החום ועוצמותיהם יעלו. גלי החום יגרמו לאידיי מוגבר של מים וכתוצאה מכך אזורים לחים יהיו רטובים יותר, לעומת אזורים יבשים שיהפכו צחיחים יותר;

- ריכוז ה- CO_2 באטמוספירה עלה ב- 40% מאז המהפכה התעשייתית;

- 20% מה- CO_2 הנפלט יישאר באטמוספירה למשך 1,000 שנה, גם לאחר שייפסקו הפליטות לאוויר, ולכן חלק מתופעות שינוי האקלים הן בלתי הפיכות, אלא אם תימצא דרך לשאוב את ה- CO_2 מהאטמוספירה.

ענו על השאלה הבאה:

מה העמדה של ה-IPCC בנוגע לקשר בין התחממות גלובלית ועלייה בריכוזי פד"ח באטמוספירה? כיצד ומדוע השתנתה רמת הוודאות של מסקנות הוועדה עם הזמן?

תשובות למורה:

IPCC קבעו שהתחממות גלובלית היא תוצאה של העלייה בריכוזי פד"ח באטמוספירה. רמת הוודאות השתנתה משום ככל שמדענים חוקרים את מערכת האקלים יותר כך מבינים יותר לעומק את מגנוני הפעולה של אותה מערכת - מחזקים השערות מסוימות וסותרים השערות אחרות. ככל שהידע והתובנות מתקדמות כל גם עולה מידת הביטחון לגבי המסקנות. יש להדגיש כי רמות ביטחון של 90% הינה מאוד גבוהה ודורשת תימוכין מכמה מקורות בלתי תלויים.