



תכנית בנושא
ההתחממות הגלובלית
ושינוי האקלים
לעל יסודי

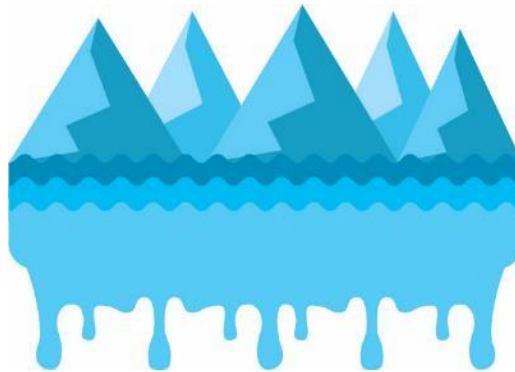
הרשת הירוקה
الشبكة الخضراء
חינוך לקיימות

השל
מרכז השל לקיימות
Heschel Sustainability Center
مركز هيشل للاستدامة

מגמה
ירוקה
מובילים אקטיביזם סביבתי

תוכן העניינים

- 3..... רקע התוכנית
- 4..... יחידה 1: יוזמה, אקטיביזם ומשבר האקלים
- 8..... יחידה 2: שינוי האקלים – השלכות
- 10..... יחידה 3: שינוי האקלים – השלכות
- 13..... יחידה 4: הגורמים להתחממות ולשינוי האקלים
- 16..... יחידה 5: מיקוד המסרים והכנת פרזנטציה
- 17..... נספחים
- 17..... 1. תפסיקו לקנות בכמויות, קליפורניה בוערת
- 19..... 2. שינויי האקלים מתרחשים כאן ועכשיו גם אצלנו
- 21..... 3. האגם העגום: אחרי שגרם לירידת המפלס בכנרת, האדם נחלץ לעזרתה
- 23..... 4. תתייבשו לכם
- 25..... 5. סכנת שינוי האקלים: מה אפשר ללמוד מ"אפקט הווניל"?
- 27..... 6. האוקיינוסים מתחממים בקצב מהיר בהרבה ממה שחשבו בעבר
- 29..... 7. תושבי אי נעלם בהודו חוששים לחייהם, אולם אין בידיהם מספיק כסף כדי לעזוב
- 30..... 8. 50 מתחת לאפס: גל קור קיצוני בארה"ב



רקע התוכנית

הנושא של שינוי האקלים הוא אחד התחומים הבעריים והחשובים ביותר היום בעולם כולו והוא נוגע לכל האנשים על פני הגלובוס ללא יוצא מן הכלל. הרוב המוחלט של הקהילה המדעית תומך באמיתות התופעה ובהיותה תוצר של פעילות האדם.

"אנחנו הדור הראשון שחווה את שינויי האקלים אבל גם הדור האחרון שיש לו את האפשרות לעצור זאת!" (ברק אובמה).

אחד המכשולים העיקריים שעומדים בפני האנושות בקידום הנושא הוא חוסר המודעות וההבנה של עומק המשבר והדחיפות הגדולה. חשיפת הילדים לתמונת המציאות ועידודם למעורבות ועשייה אקטיבית הם חלק מהצעדים הבסיסיים והחשובים ביותר בדרך להתגבר על מכשול זה. בטח ובטח כאשר מבינים שהם הדור שיצטרך להתמודד עם ההשלכות בעתיד לבוא. כחלק מהפעילות האזרחית שהולכת ותופסת תאוצה בשנים האחרונות, מתקיימים מדי שנה מצעדי אקלים במדינות רבות בעולם. גם בישראל מתקיים מצעד אקלים, שאליו מגיעים אלפי אנשים שחשוב להם להשפיע, להביע את דעתם ולפעול למען העלאת המודעות לנושא שינוי האקלים ודחיפותו.

מצעד האקלים מהווה פלטפורמה מושלמת המאפשרת לתלמידים לקחת חלק פעיל באירוע אקטיביסטי, שבו הם יכולים להביע את דעתם, להשפיע על דעת הקהל, להיות מעורבים במתרחש סביבם ולקדם שינוי בקנה מידה מקומי ואף בינלאומי.

מטרות

1. חשיפת התלמידים לנושא משבר האקלים ודחיפותו.
2. העלאת המודעות האישית והציבורית לצורך בשינוי מיידי.
3. לעורר בתלמידים רצון לקחת אחריות, להיות מעורבים, ליזום ולהשפיע.
4. הכנה לקראת השתתפות במצעד האקלים.

רציונל ומבנה התכנית

חוברת מערכים זו חושפת את התלמידים לנושא החשוב של שינוי האקלים; מהם שינויי האקלים, כיצד ומדוע נגרמים, מהן ההשלכות שלהם ומה ניתן וצריך לעשות כדי להוביל לשינוי הנדרש. בנוסף מודגש הנושא של לקיחת אחריות ונקיטת פעולה ויזומה על ידי בני נוער.

מומלץ מאוד לקיים את תהליך הלמידה ובסופו לצאת עם התלמידים למצעד האקלים כאירוע שיא, שמביא לידי ביטוי באופן פעיל את מה שלמדו בכיתה. התכנית נבנתה באופן כזה אשר מקדיש זמן להכנה לקראת יציאה למצעד האקלים. עם זאת, בית ספר שלא יגיע למצעד האקלים יכול למנף את התהליך לפעילות מקומית בבית הספר או ביישוב. התכנית מורכבת מ-5 יחידות בנות שעה אחת, כאשר מומלץ להעביר את יחידות 1 ו-2 ברציפות וכן את יחידות 3 ו-4. המפגש החמישי מוקדש להכנה פיזית למצעד האקלים (הכנת המסרים והפרזנטציה). בסופו של דבר התכנית יכולה להסתכם ב-3 מפגשים (סה"כ 5 שעות).



יחידה 1: יוזמה, אקטיביזם ומשבר האקלים

❖ נוער יוזם ולוקח אחריות

עבודה בקבוצות – צפייה בסרטונים בחדר מחשבים או בסמרטפונים. דיון קבוצתי ומילוי דף השאלות.
3 הסרטונים (נמצאים במצגת סרטונים יחידה 1 המצורפת למערך):



- **סוורן סוזוקי** (שקף 2) – נערה קנדית בת 12 שנאמה בוועידת האקלים הראשונה שהתקיימה בריו דה-ז'נרו, ברזיל בשנת 1992.

[קישור לסרטון](#)

[קישור למידע נוסף](#)

- **עדי לוסטיג** (שקף 3+4) – נערה ישראלית בת 16 שעוררה והובילה מאבק אזרחי כנגד תכנית פיתוח בחוף פלמחים. בתום מאבק משפטי וציבורי ממושך, שנרתמו אליו ארגונים אזרחיים ואנשים רבים, החליט בית המשפט על בלימת תכניות הפיתוח בחוף!

[קישור לסרטון שקף 2](#)

[קישור לסרטון שקף 3](#)

[קישור למידע נוסף](#)

- **גרטה ת'ונברג** (שקף 5) – נערה שוודית בת 15 שבעקבות גלי חום ושריפות גדולות בארצה החליטה לנצל את הבחירות הקרובות (שנערכו בספטמבר 2018) ולפתוח במחאה. היא ישבה כל יום (מחודש אוגוסט) מול בנין הפרלמנט עם שלט שבו כתוב "בי"ס שובת בשביל האקלים". לאחר הבחירות היא חזרה לשבת באותו מקום מדי יום שישי. פעולתה החלה לצבור תהודה ציבורית ותקשורתית רחבה בכל העולם. עד דצמבר 2018 יצאו מעל 20,000 תלמידים ממדינות רבות לשביתה בדרישה מהממשלות שלהם לנקוט בפעולה לצמצום פליטת גזי החממה.

[קישור לסרטון](#)

[קישור למידע נוסף](#)

[קישור לכתבה רלוונטית ביו-נט](#)

מחלקים את הכיתה ל-3 קבוצות. כל קבוצה צופה בסרטון אחד אשר מציג נערה פעילה בתחום סביבתי. לאחר הצפייה מקיימים דיון קבוצתי על הסרטון, על התחושות שעלו בעקבות הצפייה ועונים על השאלות הבאות:

1. מי הנערה שבסרט? (שם, גיל, מדינה)
2. מה הייתה הפעולה שעשתה?
3. באיזו סוגיה סביבתית היא נאבקת?



4. מה הכי דיבר אליכם בסרט?

ניתן לכתוב את השאלות על הלוח או לחלק לתלמידים דף.

מכנסים את הקבוצות חזרה למליאה. כל קבוצה משתפת את שאר הכיתה בתוכן הסרטון שבו צפתה.

מקיימים דיון בכיתה תוך התייחסות לנקודות הבאות:

- אילו תחושות עלו בכם כאשר צפיתם בסרטון?
- האם הסרטון עורר בכם מחשבות או רצון לעשות משהו?
- מה לדעתכם גרם לנערות לעשות את מה שהן עשו?
- אילו בעיות סביבתיות אתם מכירים היום (בארץ ובעולם)?
- מהיכן אתם מכירים את הבעיות האלה (תקשורת, מאבקים ציבוריים, חברים, אחר)?
- **משבר האקלים** – מה אתם יודעים לספר עליו?

❖ משבר האקלים

הסבר עם מצגת על אפקט החממה, ההתחממות הגלובלית ומשבר האקלים.

חלק זה של היחידה מסביר את התהליכים והתופעות שמביאים למשבר האקלים;

- מהו אפקט החממה ומדוע הוא מוגבר
- ההתחממות הגלובלית
- התופעות של משבר האקלים

טקסט מלווה למצגת הראשית:

שקף 6: אפקט החממה

אפקט החממה הוא תופעה טבעית המתקיימת באטמוספירה של כדור הארץ: קרני השמש אשר חוזרות לכדור הארץ מחממות את פני השטח (יבשות וימים). חלק מהקרנה מוחזר חזרה לאטמוספירה. גזים שונים (אדי מים, פחמן דו-חמצני, מתאן, ועוד) שמצויים באטמוספירה כולאים חלק מהחום המוקרן חזרה אל האטמוספירה ומאפשרים ליתרת החום לצאת החוצה אל החלל, ממש כפי שמתרחש בתוך חממה. ככה נשארת משרעת טמפרטורות קבועה על פני כדור הארץ. ללא תהליך זה, בשעות היום הטמפרטורה הייתה עולה באופן ניכר ובשעות הלילה הייתה יורדת הרבה מתחת לאפס. אפקט החממה חיוני להתפתחות החיים וקיומם על פני כדור הארץ. הגזים שאחראים על תהליך זה

נקראים **גזי חממה**.

כתוצאה מפעילות האדם, מאז המהפכה התעשייתית, נפלטים הרבה מאוד גזי חממה שמקורם בשריפת דלקים מאובנים. שריפה של דלקים אלה שהוצאו ממעמקי האדמה משחררת גזים פחמניים. זהו פחמן שלא היה חלק מהמחזור הטבעי ואשר מתווסף לשכבת גזי החממה ומעבה אותה. התעבות שכבת גזי החממה גורמת לכליאה של יותר חום באטמוספירה וכתוצאה מכך גם לעלייה מתמדת בטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ.



שקף 7: ריכוז הפחמן הזו-חמצני באטמוספירה

מבדיקות שנעשו על ידי מדענים עולה כי ריכוז הפחמן באטמוספירה של כדור הארץ נמצא בתנועתיות יחסית קבועה. בגרף ניתן לראות שב-400 אלף השנים האחרונות המשרעת לא חרגה מערך מקסימלי של 300 ppm (Parts Per Million מספר חלקיקי הפחמן מתוך מיליון חלקיקי אוויר) ומהערך המינימלי של 180 ppm. כיום ריכוז הפחמן באטמוספירה הוא **410 ppm**. הריכוז הגבוה ביותר ב-400 אלף השנים האחרונות. עובדה זו מצביעה על התעבות שכבת גזי החממה ומסבירה את ההקצנה באפקט החממה.

התהליך שהתרחש במהפכה התעשייתית הוא מעבר לשימוש אינטנסיבי ב**פחם** כמקור אנרגיה. הפחם הוא דלק מאובן שנוצר במעמקי האדמה במשך מיליוני שנים מחומר אורגני (בעיקר צמחים) שמת ושקע בקרקעית ביצות ואגמים. שריפתו של הפחם משחררת פחמן שהיה כלוא במעמקים ולא היה חלק ממחזור הפחמן הטבעי על פני כדור הארץ בתקופה הנוכחית. במהלך השנים לאחר המהפכה התעשייתית החלו להשתמש ב**נפט** כמקור אנרגיה ובימים אלה תופס **הגז הטבעי** "מקום של כבוד" כמקור אנרגיה. הפחם, הנפט והגז הם כולם דלקים מאובנים ששריפתם משחררת כמויות עצומות של גזי חממה לאטמוספירה. שריפת הדלקים המאובנים עולה עם השנים לנוכח **תרבות הצריכה** של העולם המערבי ולנוכח גדילת אוכלוסיית העולם.

שקפים 8+9: ההתחממות הגלובלית

ההתחממות הגלובלית היא תוצאה של הקצנה באפקט החממה בשל פליטת יתר של גזי חממה הנפלטים משריפה של דלקים מאובנים!

לאורך שנים התפרסמו דעות אשר סותרות את קיומה של ההתחממות הגלובלית והדבר יצר בלבול בקרב הציבור. יש אשר הסכימו עם מגמת ההתחממות, אך טענו כי זהו חלק מתהליך מחזורי טבעי המתרחש לאורך ההיסטוריה של כדור הארץ.

כיום 97% מהקהילה המדעית תומכים בטענה שההתחממות הגלובלית היא עובדה בלתי ניתנת לערעור והיא נגרמת מפעילות האדם.

החישושים מראים שהטמפרטורה הממוצעת על פני כדור הארץ לעומת התקופה הקדם תעשייתית עלתה ב-1.2 מעלות צלזיוס.

חשוב להבין שזו **טמפרטורה ממוצעת** ומכאן שאזורים שונים (בעיקר גופי מים גדולים) מתחממים פחות ובאזורים אחרים (אזורי הקטבים וגם אזור המזרח התיכון – ממש אצלנו כאן!) ההתחממות גבוהה יותר. לפי הערכות המדענים, אם נמשיך ב"עסקים כרגיל" ולא נשנה **הרבה ומהר** את אורחות חיינו, הטמפרטורה הממוצעת תעלה עד סוף המאה ב-4 עד 6 מעלות צלזיוס.

המדענים הגדירו **נקודת אל-חזור**: הנקודה שממנה נאבד את היכולת שלנו להשפיע על התהליכים ועל השינוי. זאת אומרת, בנקודת האל חזור ריכוז גזי החממה יהיה כל כך גבוה שלא משנה באילו צעדים האנושות תנקוט, ההתחממות לא תפסק ויחד איתה ההשלכות שלה על כדור הארץ. לפי המדענים נקודת האל חזור היא עלייה של 2-1.5 מעלות צלזיוס ביחס לתקופה הקדם תעשייתית.



"בעסקים כרגיל", הערכת הזמן שאותה חישובו המדענים לנוכח קצב פליטת גזי החממה כיום, היא של 25-12 שנים עד להגעתנו לנקודת האל-חזור!
לפני הצגת השקפים, שאלה לתלמידים: אילו תופעות אתם יודעים לשייך למשבר האקלים?

שקף 10: התחממות ועליה בחומציות האוקיינוסים

כ-90% מהחום העודף הכלוא באטמוספירה ומהפחמן הדו-חמצני נספגים במי האוקיינוסים. כתוצאה מכך עולה הטמפרטורה של מי האוקיינוסים ועולה החומציות שלהם (תוצאה של תהליך כימי של תגובה בין מים ל-CO₂).
ל-2 תהליכים אלה יש השפעה הרסנית הן על בעלי החיים והצומח והן על קצב הפשרת הקרחונים.

שקף 11: משבר/ שינוי האקלים (Climate change)

להתחממות האטמוספירה ומי האוקיינוסים יש השלכות דרמטיות על האקלים ועל תופעות אקלימיות. מפרטים את התופעות לפי השקף;

- מיעוט משקעים
- גלי קור/חום קיצוניים וממושכים

שקף 12: משבר/ שינוי האקלים (Climate change)

- אירועי גשם קיצוניים וסופות טרופיות (תדירות, עוצמה, גודל, שיטפונות)
 - עליית טמ' מי הים והחומציות שלהם
 - התרחבות נפח המים בעקבות התחממותם
 - הפשרת קרחונים
- כל התופעות הללו קורות כבר עכשיו! והן צפויות להמשיך ולהקצין.
אין מי שלא חווה, שמע או נחשף בצורה כזו או אחרת לחלק מהתופעות הללו.
מבקשים מהתלמידים לשתף מהידע או מהחוויות שלהם.

שינויים אלה הם תוצאה ישירה של ההתחממות העולמית. ביחידה זו עדיין לא עוסקים בהשלכות של השינויים. יחידת הלימוד הבאה עוסקת בהשלכות של שינויים אלה על הסביבה, בני האדם ועולם הטבע.

במידה ויחידת לימוד 2 לא מועברת בצמוד ליחידה 1, ניתן לבקש מהתלמידים כמישמה לבית, לבדוק אילו תופעות מיוחסות להתחממות הגלובלית ואילו השלכות יש להן כיום ובעתיד על החיים על פני כדור הארץ?



יחידה 2: שינוי האקלים - השלכות

קישורים לכתבות קצרות שמקיפות ומסכמות את הנושא:

[מהם גזי חממה וכמה חם באמת](#)

[ההתחממות הגלובאלית נמצאת כאן ועכשיו!](#)

יחידה 2 עוסקת בהשלכות הקשות של אותן תופעות ומשמעויותיהן על כל החיים שעל פני כדור הארץ ועד כמה המצב מחייב אותנו להתעורר ולהניע שינוי.

חיבור למפגש הקודם –

דיברנו על התחממות גלובלית ועלייה צפויה של 4-6 מעלות בממוצע עד סוף המאה. דיברנו על תופעות שונות המתרחשות בעקבות ההתחממות (שקפים 11-12); אבל האם זה באמת כזה ענין גדול כמו שעושים ממונו? הרי אנחנו כבר חווים עלייה בטמפרטורות, וגם בצורת ארוכה, גשמים חזקים ושיטפונות והקרחונים כבר נמסים. אבל בינתיים האנושות בסך הכך מסתדרת עם זה. החיים שלנו בסדר כרגע...

עבודה בקבוצות – כתבות חדשותיות על שינוי האקלים ודפי שאלות. הכתבות מצורפות בנספחים בסוף המערך. ניתן גם לקרוא את הכתבות בטלפונים הניידים או בחדר המחשבים. מומלץ להכין את הקישורים/ כתבות על המחשבים מראש, בכדי לחסוך זמן בשיעור.

מחלקים את הכיתה לקבוצות. כל קבוצה מקבלת כתבה אינטרנטית העוסקת באחת מהשלכות שינוי האקלים. הכתבות מצורפות בסוף המסמך בנספחים.

שקף 14: קישורים לכתבות

- [קישור לכתבה 1 \(צרכנות ושריפות\)](#)
- [קישור לכתבה 2 \(הפצת מחלות\)](#)
- [קישור לכתבה 3 \(הכינרת מתייבשת\)](#)
- [קישור לכתבה 4 \(משבר המים בישראל\)](#)
- [קישור לכתבה 5 \(משבר הווניל\)](#)
- [קישור לכתבה 6 \(התחממות האוקיינוסים\)](#)
- [קישור לכתבה 7 \(האי הנעלם\)](#)
- [קישור לכתבה 8 \(גל קור\)](#)



הקבוצה לומדת את תוכן הכתבה תוך התייחסות לנקודות הבאות:

- איזו בעיה מוצגת בכתבה?
- מה ההשלכות של הבעיה?
- מי מושפע מאותן השלכות?
- מה הוא הגורם לבעיה?
- מה צריך להיעשות כדי לפתור את הבעיה?
- מי נדרש לעשות שינוי, ואיזה?

מתכנסים חזרה למליאה וכל קבוצה משתפת בכתבה שלה בהתייחס לאותן נקודות. בתום השיתוף ניתן לבדוק ולשאול את התלמידים אם ואיך השפיעו עליהם הכתבות.



יחידה 3: שינוי האקלים - השלכות

הסבר מורחב עם מצגת על ההשלכות השונות של שינוי האקלים

שקף 16: מיעוט משקעים

מיעוט המשקעים מתבטא בבצורות ארוכות שאותן חווינו גם בישראל (רצף של 5 שנות בצורת עד חורף 19-2018). אחת ההשלכות המידיות לכך היא פגיעה בחקלאות. התחזית מדברת על ירידה של כ-40% (כמעט חציו) ביכולת ייצור המזון במדינות מתפתחות בעתיד. ההשלכות של מצב זה הן עליה דרמטית במספר העניים והרעבים בעולם. רבים עלולים לאבד את מקור פרנסתם וכתוצאה מכך לנטוש את הכפרים ולהגר לערים הגדולות – צפויים גלי מהגרים גדולים מאוד.

גל המהגרים הגדול שחוותה אירופה בשנים האחרונות מוערך בכמיליון פליטים. הבעיות הפוליטיות, הכלכליות והביטחוניות, שנבעו ממנו, השפיעו בצורה משמעותית על מדינות רבות בעולם. ההערכות לגבי גלי הפליטים הצפויים בעקבות משבר האקלים מדברות על מאות מיליונים של בני אדם! [מצורף קישור לנושא בעיית הפליטים והמהגרים.](#)

כתוצאה ממיעוט המשקעים מתרחבת **תופעת המדבור** – התפשטות קו המדבר אל מעבר לגבולותיו עד כה. מבחינה אקולוגית המשמעות היא שינוי בכתי הגידול וכתוצאה מכך **פגיעה במינים רבים** והתפשטות של מינים מדבריים או טרופים לאזורים חדשים. חלק מהמינים האלה יכולים להפיץ **מחלות** (בעיקר מיקרואורגניזמים ופרוקי רגליים). דוגמה טובה לכך היא התפרצות ה"עכברת" (מחסור במים ותנאי יובש אפשרו לפתוגנים הנמצאים בצואת בע"ח לחזור למקורות מים ולהפצת המחלה) בצפון הארץ בקיץ 2018. [קישור לכתבה בנושא.](#)

שריפות ענק הופכות יותר ויותר שכיחות במקומות רבים בעולם (קליפורניה, שבדיה, דרום מזרח אסיה, אוסטרליה...). וכמובן גם אצלנו בארץ (השריפה בכרמל, בזיכרון יעקב ובהרי ירושלים) כתוצאה מתנאי יובש קיצוניים וממושכים.



שקף 17: מיעוט משקעים

מיעוט משקעים, משמעותו המידית היא **מחסור במי שתיה**. בישראל אנו לא חווים מחסור קיצוני במי שתיה בזכות טכנולוגית ההתפלה. לעומת זאת במדינות מתפתחות מסתמן משבר אמיתי המאיים על חייהם של מיליוני בני אדם. המזרח התיכון הוא אחד האזורים שבו קצב עליית הטמפרטורה הוא מהגבוהים בעולם. בערך פי-1.5 מהמוצע. לכן באזורנו, ההשלכות של החום, היובש והמחסור במים הן חריפות ביותר. ניתן לראות כי בעוד בישראל אנו לא חווים מחסור במי שתיה, (למרות שבעלי החיים כן חווים זאת) ממש לא רחוק מאיתנו המצב שונה לחלוטין. [מדינות כמו סוריה, עיראק וירדן סובלות ממחסור קשה מאוד במים שהולך ומחריף](#). ברבת עמון, בירת ירדן, יש הפסקות יזומות במים הזורמים בברזים. ואין אספקת



מים 24 שעות ביממה. בכפרים בדרום הגדה המערבית יש אספקה של מי שתיה פעם ב-3 חודשים. 2 מיליון איש בעזה סובלים ממחסור קיצוני וחרף במי שתיה.

כאשר שכנים רבים מסביבנו ובתוכנו סובלים ממחסור בדבר הבסיסי ביותר הנדרש לקיום – מים, אין ספק שמבחינה מדינית וביטחונית עלולות להיות למצב שכזה השפעות ישירות על ישראל, גם אם אנחנו לא סובלים ישירות ממחסור.

שקף 18: גלי חום/ קור קיצוניים

תכיפותם של גלי חום או קור קיצוניים עולה. אנו עדים לכך גם בדיווחים בכלי התקשורת העולמית וגם בישראל. ההשלכות של אירועים אלה הן פגיעה ישירה בבני האדם, פגיעה בחקלאות ופגיעה ביכולת הקיום של בעלי חיים וצמחים.

שקף 19: אירועי גשם קיצוניים

בעקבות ההתחממות הגלובלית, האטמוספירה רוויה יותר באדי מים. כתוצאה מכך מתרחשים אירועי גשם שבהם יורדות כמויות גדולות של משקעים בטווחי זמן קצרים. העוצמה והתכיפות של סערות טרופיות בעולם גוברות. כתוצאה מכך אנו חווים שיטפונות והצפות בתדירות ובעוצמות שלא היינו רגילים להן. מטחי ברד חזקים וקיצוניים נהיו שכיחים יותר לאחרונה וגם לזה יכול להיות קשר לשינוי האקלים.

שקף 20: הפשרת קרחונים

עליית הטמפרטורה גבוהה ביותר באזורי הקטבים ומשפיעה באופן ישיר על המסת הקרחונים. המצב החמור ביותר מתרחש כרגע בגרינלנד שם קצב ההפשרה הוא הגבוה ביותר כיום. כ-290 ג'יגה (מיליארד) טון של מסת קרח מפשירה מדי שנה. גם באנטארקטיקה המצב הולך ומחמיר ושם נרשמת כמות של כ-130 ג'יגה טון של קרח המופשר מדי שנה. כמויות קרח אלה הופכות למים וגורמות לעליית מפלס פני הים. מאז תחילת המאה ה-20 נרשמה עליה של כ-20 ס"מ בגובה פני הים. התחזיות המתונות לגבי עליית מפלס פני הים, במידה ולא תיעצר ההתחממות, מדברות על עליה של לפחות 1 מטר!

ההשלכות הצפויות מעליית מפלס פני הים הן דרמטיות; מעל 50% מהערים הגדולות בעולם יושבות על קו החוף. עליית המפלס תגרום להצפת בתים, אובדן מגורים ופרנסה, פגיעה בתפקוד ובכלכלה ומאות מיליוני פליטים. איים מבודדים כבר היום מדווחים על כיסוי חלקים משמעותיים משטחם ופגיעה באזורים מאוכלסים. עליית המפלס גורמת להמלחת מי התהום ולפגיעה במקורות מי שתיה. מצוקים על קו החוף מכורסמים ונופלים ים.

בנוסף לאזורים אלה מתועדת הפשרה מהירה במסת הקרח של מרחבי ה"קרח-עד" (permafrost) בצפון כדור הארץ. אזורים אלה נחשבו עד לאחרונה כמרחבי קרח שלא יפגעו לעולם. מסתבר שהמצב משתנה. המשמעות הגדולה של הפשרת שטחים אלה היא שחרור כמויות גדולות של גזי חממה, בעיקר מתאן, אשר כלואים מתחת לשכבת הקרח. באזורים אלה נמצאים שטחים נרחבים של אגמים קפואים אשר מכילים כמויות גדולות של מתאן. המתאן הוא גז הנוצר מהתפרקות חומר אורגני (ששקע בקרקעית האגמים). יכולת כליאת החום של גז המתאן גדולה פי 25 מזו של הפחמן הדו-חמצני, כך שלשחרור כמויות גדולות של גז המתאן לאטמוספירה יש השפעה גדולה מאוד על מגמת ההתחממות.



שקף 21: התחממות ועליה בחומציות של מי האוקיינוסים

90% מהחום העודף המצטבר באטמוספירה נספג באוקיינוסים. הדבר גורם לעליית הטמפרטורה של מי הים. משנות ה-70 של המאה הקודמת נרשמה עליה של 0.5 מעלות בטמפרטורה של שכבת המים העיליים באוקיינוסים (עד 75 מ' עומק). התחממות המים גורמת להתרחבותם ולעליה בנפחם וכתוצאה ישירה מכך לעליה בגובה פני הים. ההתחממות מאיצה גם את קצב הפשרת הקרחונים. בשקף ניתן לראות המחשה של קרחון במערב אנטארקטיקה (גודל הקרחון כגודלה של גרמניה!) אשר מכורסם על ידי המים המתחממים לאורך השנים האחרונות, כך שהוא מופרד ממדף היבשת עליו הוא ישב. קרחון זה, לדעת המדענים, ישבר ויסחף אל האוקיינוס ולא ניתן לעצור זאת. הקרחון צפוי להפשיר לגמרי ב-10 השנים מרגע ההתנתקות שתגרום לעליה משמעותית בגובה פני הים. 30% מהפחמן הדו-חמצני שנפלט לאטמוספירה נספג באוקיינוסים. בתהליך הספיגה נוצרת תגובה כימית אשר מעלה את החומציות של המים. לעליה בחומציות מי האוקיינוסים יש השפעה קריטית על המערכת האקולוגית המתקיימת בהם. שוניות האלמוגים ויצורים אחרים אשר משקיעים סידן לצורך בניית הקונכיות שלהם נפגעים ומתים. שוניות האלמוגים מושוות ליערות הגשם של הים. למרות שהן מהוות רק כ-0.2% משטח הים הן מכילות כ-25% מהחיים בים. פגיעה בשוניות האלמוגים היא קשה והרסנית בהיבט האקולוגי. כ-60% מייצור החמצן על פני כדור הארץ מקורו באוקיינוסים! החמצן מיוצר על ידי קבוצה גדולה ומגוונת של אצות הנקראת פיטופלנקטון. הפיטופלנקטון נפגע מהעלייה בחומציות המים.

סיכום – שיתוף בתחושות ובמחשבות לאחר הסקירה של ההשלכות.



יחידה 4: הגורמים להתחממות ולשינוי האקלים

פתיחה – שיתוף התלמידים בגורמים להתחממות ולשינוי האקלים מתוך הידע שלהם. אמרנו כי הסיבה להתחממות היא פליטה מוגברת של גזי חממה. שאלה לתלמידים: מה הם בדיוק אותם מקורות ומגזרים אשר פולטים גזי חממה?

שקף 23: הגורמים להתחממות ולשינוי האקלים.

תיאור המגזרים השונים האחראים על פליטת גזי חממה וכן בירוא היערות האינטנסיבי שמקטין את ספיחת הפחמן הזו-חמצני מהאטמוספירה (בתהליך הפוטוסינתזה) על ידי עצים. כפי שצוין, שריפה של דלקים מאובנים היא המקור לפליטת גזי החממה. כיום מקורות האנרגיה העיקריים בכל המגזרים הם דלקים מאובנים (פחם, נפט וגז טבעי). גז טבעי אומנם פולט פחות פחמן דו-חמצני ופחות חלקיקים הפוגעים בבריאות, אולם הוא עדיין דלק מאובן אשר פולט גזי חממה גם בתהליך ההפקה והשינוע וגם בשריפתו.

לפי הערכות מומחים, ב-120 השנים האחרונות נכרתו 2,500 מיליארד עצים, שהם כמעט מחצית העצים שהיו על פני כדור הארץ. כריתת העצים נעשית בעיקר כיערות הגשם. אחת הסיבות העיקריות לכירוא העצים היא פינוי אזורים לצורך גידולים אחרים לצריכת האדם – מזון לבקר (תעשיית הבשר והחלב אחראית על 10% מפליטת גזי החממה בעולם), שמן דקלים (מי אוהב נוטלה?), גומי ועוד.

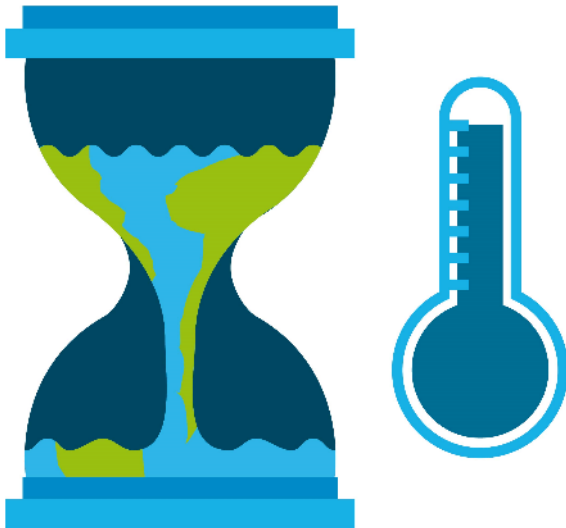
אפשר ללמוד מכך כי אין הפרדה בין הסקטורים השונים. לדוגמה, צמצום בצריכה מוביל לצמצום בביקוש וגם מוריד את הצורך בשימוש לתחבורה שמשנעת את המוצרים ברחבי העולם ובשימוש באנרגיה לייצור מוצרים.

שקף 24: החלק היחסי של המגזרים השונים בפליטת גזי חממה

כמעט 75% מסך פליטות גזי החממה בעולם מקורם ב-3 מגזרים;

- יצור חשמל וחימום
- חקלאות ושימושי קרקע (בעיקר תעשיית הבקר כולל גידול המזון לבקר)
- תעשייה

פליטות גזי החממה במגזרי החשמל והתעשייה מקורם בעיקר בשריפת דלקים מאובנים כמקור אנרגיה. לעומת זאת במגזר החקלאות ושימושי הקרקע מקור הפליטות העיקרי איננו שריפת דלקים; ניהול הקרקע (העשרה בחומרים אורגנים, ייבוש וניקוז קרקעות גורמים לפליטת חנקן ופחמן בנגזרות שונות לאטמוספירה). תוצרי העיכול (גזים וצואה) של חיות המשק מהווים כמחצית מפליטות גזי החממה בחקלאות.



מעבר לשימוש באנרגיות נקיות (רוח, סולרי, מים) ביצור החשמל ובתעשייה (וגם בתחבורה!) הוא הצעד המשמעותי ביותר להפחתת פליטות גזי החממה. כל אלה הם פעולות שצריכות להיעשות בעיקרן ברמה המדינית והבין לאומית. אולם גם לשינוי באורחות החיים של מאות מיליוני אנשים בעולם יש השפעה גדולה על פליטות גזי החממה. ולכן ככל שנקיים צרכנות מושכלת שאינה מתעלמת מההשלכות הסביבתיות, כך תקטן פליטת גזי החממה. אלו פעולות שיכולות וצריכות להיעשות על ידי כל אחד ואחת באופן אישי, במקביל לצעדים הלאומיים שבאחריות מקבלי החלטות וקובעי המדיניות.

דין בכיתה – מדיבור לפעולה:

בהתבסס על כל הגורמים שזכרנו עליהם כרגע, אילו צעדים צריך לנקוט כדי למנוע או לצמצם את המשבר? המורה רושמת את הפעולות ב-2 קבוצות על הלוח מבלי לתת כותרת לקבוצות (1- פעולה שלי/ חברי/ משפחתי 2- פעולה שלא בשליטתי וצריכה להיעשות על ידי גורם אחר). מבקשים מהתלמידים לאפיין את 2 הקבוצות ולהגיע למכנה המשותף – פעולה שלי, פעולה שלא בשליטתי.

שקף 25: פתרונות

לאחר היכרות ראשונית עם הגורמים שאחראים על פליטת גזי החממה ניתן למקד את תחומי העשייה הנדרשים ל-3 כיוונים עיקריים;

1. מעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות (שאינן פולטות גזי חממה) בכל המגזרים.
2. שתילת עצים בצורה נרחבת (כמדיניות).
3. צמצום הצריכה (החל בסופרמרקט, דרך האינטרנט ועד צמצום השימוש בכלי רכב פרטיים או במטוסים).

במידה ועולים רעיונות נוספים על ידי התלמידים אפשר להעלות אותם. לדוגמה – צמצום פסולת, צרכנות מקומית וכו'.

לאור שתי החלוקות הנ"ל;

- א. פעולות שלי ובשליטתי לעומת פעולות שלא בשליטתי
- ב. 3 התחומים העיקריים בהם יש לעשות שינוי

העלו על הלוח כמה שיותר הצעות של התלמידים לפעולות נדרשות לצמצום ההתחממות, פליטת גזי חממה ושינוי האקלים.

אפשר ליצור את המטריצה הבאה ולמלא אותה:

פעולות שלי ובשליטתי	אנרגיות מתחדשות	שתילת עצים	צמצום צריכה
פעולות שאינן בשליטתי			

ניתן להזכיר או להקרין שוב את הסרטונים מהשיעור הראשון.

ניתן להקרין את הסרטון – sing for the climate (שקף 26)



שקף 27: מצעד האקלים

מצעדי האקלים מתקיימים מדי שנה במדינות רבות בעולם והם הולכים ותופסים תאוצה. בשנת 2015 נחתם הסכם פריז שבו חתמו כמעט 200 מדינות על התחייבותן להפחתה בפליטות גזי החממה. באותה שנה התקיימו מצעדי אקלים ב-175 מדינות ובסך הכל השתתפו קרוב ל-800 אלף איש בכל העולם שיצאו בקריאה גדולה ליישום הסכם פריז ושינוי ההתנהלות במטרה לעצור את ההתחממות הגלובלית ומשבר האקלים. מצעדי האקלים בכל רחבי העולם מהווים במה גדולה, שזוכה להד תקשורת וציבורי נרחב, אשר מאפשרת להעלות את המודעות הציבורית לנושאי הסביבה והאקלים ולהפעיל לחץ על מקבלי ההחלטות וקובעי המדיניות.

השתתפות במצעד האקלים יכולה להקנות לתלמידים חוויה משמעותית ובעלת רבדים רבים:

- עיסוק בנושא אקטואלי ובווער הנוגע לחייהם!
- לקיחת אחריות אישית ומעורבות אזרחית
- גיבוש עמדה אישית לנוכח מציאות מורכבת
- יוזמה ונקיטת פעולה אקטיביסטית
- עשייה ערכית
- למידה חווייתית
- פיתוח היצירתיות ויכולת הביטוי וההבעה האישית

לקראת המצעד יש לבחור במסר מסוים (או בכמה מסרים) שהכי חשוב לכם ואותו הייתם רוצים להעביר. ניתן לבחור מסר אחד עבור כל הכיתה. ניתן לבחור נושא אחד מוגדר הכולל בתוכו מספר מסרים. בחרו בכיתה את הנושא והמסר שאותו אתם רוצים להעביר במצעד האקלים.

עבודה בקבוצות – למידה והעמקה בנושא של המסר שנבחר לפי שאלות מנחות. (שימוש באינטרנט בחדר מחשבים)

- מה המצב בישראל ובעולם כיום?
- אילו שינויים צריכים להתבצע?
- אילו פעולות יש לעשות כדי ליישם את השינויים?
- מי קהלי היעד שאליהם יש להפנות את הקריאה?
- מה המסרים שמתאימים לכל קהל יעד?



יחידה 5: מיקוד המסרים והכנת פרזנטציה

חישוב, תכנון והכינו: סיסמאות, כרזות, תוצרים ויזואליים אחרים, שירים והופעות או כל רעיון אחר.



נספחים

כתבות בנושא השלכות שינוי האקלים:



כלכלה ירוקה וקיימות

1. תפסיקו לקנות בכמויות, קליפורניה בוערת

מה הקשר בין שינויי מזג האוויר להנחות ענק וקניות חובקות עולם? אתם שואלים. המשוואה במקרה הזה פשוטה מאוד: בזמן שאנחנו קונים את עצמנו לדעת, אנחנו מזהמים, פולטים גזי חממה, משנים את העולם, ואחר-כך אנחנו מתפללים שהטבע מחזיר מלחמה

פרפי' עדי וולפסון פורסם: 11.11.18, 12:15

בזמן שאתם מתכוננים ליום הרווקים הסיני, לבלאק פריידי ולסייבר מנדיי, קליפורניה בוערת, בירדן נהרגו 12 בני אדם בשיטפונות, הצפות אירעו גם במקומות נוספים במזרח התיכון והמצב של הכינרת שלנו - כבר מזמן מתחת לכל הקווים האדומים.

אז מה הקשר בין שינויי מזג האוויר להנחות ענק וקניות חובקות עולם? אתם שואלים. המשוואה במקרה הזה פשוטה מאוד: בזמן שאנחנו קונים את עצמנו לדעת, אנחנו מזהמים, פולטים גזי חממה, משנים את העולם, ואחר-כך אנחנו מתפללים שהטבע מחזיר מלחמה.

אם היינו צריכים להגדיר מין חדש במשפחת האדם, הרי שללא ספק יהיה זה "האדם הצרפתי". החברה הצרפתית שבה אנחנו חיים, לא רק שמקדשת את החומר על פני הרוח ומאתגרת את הערכים האנושיים, הרי שהיא מגדירה כל אחת ואחד מאיתנו על בסיס הרכוש שיש לו. יתרה מכך, ככל שערך החליפין של מוצר מסוים, כלומר "מחיר השוק" שלו, גבוה יותר, וערך השימוש שלו, שמכמת את התועלות והסגולות של המוצר, נמוך יותר, כך הוא טוב יותר בעינינו. את הפער הזה, שמניע את הכלכלה בעולם, את התהליכים החברתיים והתרבותיים הגלובליים וגם את התהליכים הסביבתיים שמשפיעים על כולנו, ניתן להגדיר בהבדל בין "מה אני צריך" ל"מה אני רוצה".

הפירמידה של מאסלו

צורך מוגדר ככל דבר שאנחנו זקוקים לו כדי להמשיך ולהתקיים מבחינה פיזית ולהשיג רווחה נפשית. ומה אנחנו צריכים כדי לחיות? לאורך השנים עלו תיאוריות שונות שדנות בצרכים שמניעים את בני האדם, וכולן מבחינות בין צרכים פיזיים לבין צרכים רגשיים, מנטאליים או רוחניים. תיאוריית הצרכים שהציע הפסיכולוג אברהם מאסלו, שמתארת את מדרג הצרכים של האדם בצורה של פירמידה, מתחילה בצרכים הפיזיולוגיים הדרושים לאדם כדי לשרוד, כגון מזון, אוויר, מים ושינה. מעליהם ניצבים הצרכים הקשורים בביטחון האישי, כמו הצורך במשפחה, ברכוש ובתעסוקה, ואילו בנדבך השלישי של הפירמידה נמצאים הצרכים החברתיים, למשל הצורך להשתייך ולרכוש חברים. השלב הרביעי במדרג הצרכים של מאסלו כולל את הצורך בהערכה חברתית ובכבוד, ואילו בקצה הפירמידה, ברמה העליונה, עומד הצורך במימוש עצמי. כל אחד מהשלבים בפירמידה של מאסלו קשור גם לאיכות הסביבה. הצרכים הפיזיים הבסיסיים הדרושים לאדם כדי לחיות, קשורים ישירות למשאבי הטבע, אך לא פחות מכך להבנה שמשאבי הטבע מוגבלים ושיש לנצל אותם בחוכמה ולאפשר להם להתחדש.

בהקשר זה חשוב לזכור שגם הטכנולוגיות המתקדמות, שמאפשרות להפיק משאבים בצורה יעילה יותר ולהמיר אותם למגוון תוצרים רחב, לא יכולות להפיק משאבים יש מאין או לחדש את משאבי הטבע בעצמן. גם הביטחון האישי, לרבות הזכות לאיכות חיים נאותה ובכללה לבריאות טובה ולמרחב מחיה הולם ובטוח, קשור במשאבי הטבע ומושפע מהיחסים שבין האדם לבין הסביבה ומאיכות הסביבה. משמעות הדבר היא שהטבע לא מספק לנו רק



משאבים ותנאי סביבה כדי לשרוד מבחינה פיזית, אלא גם מגוון אמצעים שמבטיחים את איכות החיים הדרושה לנו ולמשפחתנו.

לדוגמה, הטבע יהיה תמיד המקור לתרופה או לחיסון במקרה של מחלה חדשה או מגפה. אבל ככל שנמשיך ונפגע בסביבה הטבעית נצטרך להתמודד עם אתגרים גדולים ומורכבים יותר, מבחינה גופנית-פיזית ומבחינת היכולת לספק את הביטחון האישי שלנו. כך למשל, בעוד שסביבה איכותית יכולה להבטיח איכות חיים, הרי מצב שבו משאבי הטבע מתדלדלים והאוכלוסייה הולכת וגדלה יכול להצית מאבקים מקומיים ובינלאומיים על משאבי הטבע, ליצור קיטוב מעמדי ואף לחולל מלחמות.

הטבע מספק לבני האדם גם מרחב ושירותים שמאפשרים לקיים חיים חברתיים ולפתח תרבות פנאי, כחלק מהצורך בביטחון חברתי. ואפילו המימוש העצמי, שעומד בראש פירמידת הצרכים, ומורכב ממודעות ומקבלה עצמית לצד יצירתיות ופתיחות, קשור במגוון שירותים שהטבע מספק לאדם כמו העשרה, השראה, הנאה והתחדשות.

רצונות ולא צרכים

בעוד שהפירמידה של מאסלו מתארת את הצרכים של בני האדם, הרי שחברת השפע הטכנולוגית שבה אנו חיים כיום מתמקדת בעיקר ברצונות ולא בצרכים. בעוד שצורך מוגדר כמשהו הכרחי לקיום החיים, הרי שרצון מתייחס למשהו שיכול לשפר את איכות החיים, כפי שכל אדם ואדם תופס אותה.

בהקשר זה, בעוד שהקיום של הצרכים הפיזיים יכול להתממש על ידי צריכה של כמות מוגבלת של משאבים ישירות מהטבע, הרי שהרצונות שלנו צורכים משאבים רבים יותר. כלומר הפער הוא בין אוויר, מים ומזון, לטלפון נייד, כורסה מפנקת, בגדים ובגדים ובגדים ועוד. באופן זה, הפירמידה של מאסלו מתהפכת מבחינת השימוש במשאבים, וככל שאנו עולים בשלבים הצריכה של המשאבים גדלה ואיתה גם הפגיעה בסביבה הטבעית. יתרה מכך, מרבית המוצרים הללו עשויים מחומרים סינטטיים, מעשה ידי אדם, כאלה שלא רק שאינם מופקים באופן ישיר מהטבע ושהייצור שלהם צורך משאבים רבים, אלא גם שהייצור שלהם כרוך לרוב בזיהום.

איך אפשר לשנות הרגלים, אתם שואלים? השלב הראשון הוא להודות בבעיה, בהתמכרות האישית, בפיגוע הגלובלי. אחר-כך צריך לפעול בצורה טכנית ולשאול מה אני צריך באמת?

לדוגמה, לפני שאתה רוכשים בגד חדש במחיר מבצע, כמעט בלי לשלם, בדקו בכמה מהבגדים שיש לכם בארון אתם לא משתמשים, והאם הבגד החדש באמת ישמש אתכם או לא? בנוסף, לחינוך יש תפקיד חשוב בשינוי הזה, ובעיקר לדוגמה אישית. כמו כן, אין ספק שאנחנו צריכים לחפש גם דרכים אחרות לממש את עצמנו ולהגיע לאושר הנכסף, כאלה שלא כרוכות בצרכנות.

אבל אם כל אלה לא שכנעו אתכם, קחו בחשבון שבכל פעם שאתם קונים וקונים, או צורכים שירותים שונים, עד דלא ידע, לא התעשייה, לא הטייקונים ולא הממשלה אחראים לזיהום האוויר, מקורות המים והקרקע, ולפגיעה בבריאות שלכם, לעליית המחירים של מוצרי היסוד ולתנועת הפליטים בעולם, להתחממות הגלובלית ולשינויי האקלים, אלא אתם. אז עזבו אתכם

מזונלד טראמפ ומהסכמי האקלים, ופשוט תקנו רק מה שאתם צריכים ולא כל מה שאתם רוצים.





2. שינויי האקלים מתרחשים כאן ועכשיו גם אצלנו

מי הים במזרח הים התיכון התחממו ב-30 השנים האחרונות ב-3 מעלות צלזיוס; דו"ח חדש של השירות המטאורולוגי הישראלי חשף לאחרונה כי קיימת בישראל מגמה ברורה של עלייה בטמפרטורות המינימום, המקסימום והטמפרטורה הממוצעת. הטמפרטורה הממוצעת הכללית עלתה ב-0.5-0.65 מעלות צלזיוס בכל עשור, כלומר – עלייה של כמעט שתי מעלות ב-30 השנה האחרונות. כל אלה גרמו להתייבשות נהר הירדן ולתופעות כדוגמת העכברת

מאת ד"ר עדי לוי, זווית – סוכנות ידיעות למדע ולסביבה

שינוי האקלים לא נתפס על ידי רבים מאתנו כמשהו שמאיים עלינו כאן ועכשיו, אלא כענן שחור שמרחף לו הרחק באופק שאולי יטיל את צלו עלינו בעתיד הרחוק. "הנכדים שלנו כבר ידאגו לטפל בזה", כותבים לא פעם טוקבקיסטים בתגובות למחקרים שעוסקים בנושא.

תחזיות ומודלים של מדעני האקלים מציגים תרחישים שונים להתחממות ועליית מפלס פני הים עד לשנת 2100, אך כבר היום אנו יודעים שהטמפרטורה הממוצעת בעולם עלתה מאז תחילת המהפכה התעשייתית בכמעט מעלה אחת צלזיוס. את העלייה בתדירותם של אירועי קיצון הכוללים גלי חום, בצורות ושריפות לצד התעצמות הסופות וירידה של כמויות גשם גדולות מאוד בזמן קצר (שמובילה לשיטפונות, הצפות ומפולות בוך) ניתן לראות כבר היום מסביב לעולם.

השינויים הללו מתרחשים כאן ועכשיו גם אצלנו: מי הים במזרח הים התיכון התחממו ב-30 השנים האחרונות ב-3 מעלות צלזיוס; דו"ח חדש של השירות המטאורולוגי הישראלי חשף לאחרונה כי קיימת בישראל מגמה ברורה של עלייה בטמפרטורות המינימום, המקסימום והטמפרטורה הממוצעת. הטמפרטורה הממוצעת הכללית עלתה ב-0.5-0.65 מעלות צלזיוס בכל עשור, כלומר – עלייה של כמעט שתי מעלות ב-30 השנה האחרונות.

מחקר שפורסם לאחרונה על ידי מדענים מהאוניברסיטה העברית, משוויץ ומאוסטרליה, מצא כי העלייה בטמפרטורה שנצפית באזורנו מקטינה את זמינות המשקעים, ואלו שכן מומטרים נוטים לעשות זאת בעוצמה גבוהה יותר, מה שמוביל לשיטפונות והצפות כפי שהתרחש ביתר שאת בחודש יוני האחרון וגבה קורבנות רבים בנפש. בחמש השנים האחרונות שוררת בצורת בצפון הארץ, כאשר מדד הבצורת של השירות המטאורולוגי מצביע על ערכים שנעים בין "יבש מאוד" ל"יבש באופן קיצוני" בשנים האלה בכל אזור הצפון ובמיוחד בגליל המזרחי ובגולן.

חורף יבש מהרגיל

על פי נתוני השירות המטאורולוגי גם חורף 2017-18 היה יבש מהרגיל באזור אצבע הגליל ובצפון הגולן, אזורים מהם ניזונים חלק גדול מנחלי הצפון. הצטברות של חמש שנים שחונות, יחד עם גידול מתמיד באוכלוסייה ועלייה בצריכת המים שלנו ושל שכנינו, הובילו להידלדלות מקורות המים בצפון ולזרימות חלשות במיוחד בנחלי הגולן ובמקורות הירדן שאף הובילו לסגירת נחלים לציבור.

התפרצות מחלת העכברת (Leptospirosis) בנחלי הצפון שנגרמת על ידי החיידק לפטוספירוזיס, היא ככל הנראה תוצאה של אותן זרימות נמוכות מאוד שמצמצמות את תחלופת המים בנחלים ומאפשרות להפרשות בעלי חיים המכילות את החיידק להצטבר במקורות המים ולהעלות בהם את ריכוז החיידקים, מה שמעלה גם את סיכויי ההידבקות במחלה של הרחצים בנחלים. על פי משרד הבריאות, נכון ל-14 באוגוסט לפחות 14 מטיילים לקו בזיהום וקרוב ל-50 חשודים שחלו בו.



מחלת העכברת לא לכד, מחקרים שונים מרחבי העולם מצביעים על קשר מובהק בין עליית הטמפרטורה כתוצאה משינויי האקלים לבין הפצה של מחלות שמועברות על ידי יתושים. מחלות שכאלה מגיעות גם לאזורים שבהם הן לא היו בעבר ודוגמאות לכך אפשר לראות בהתפשטות קדחת הנילוס המערבי בדרום ומזרח אירופה, נגיף הזיקה ביבשת אמריקה ואף מלריה וקדחת הדנגי. אך לא מדובר רק במחלות שמועברות ע"י יתושים אלא גם באפשרות לזיהום מי השתיה על יד ביוב עקב הצפות, מה שעלול להפיץ מחלות שמועברות במי השתייה כמו כולרה.

זכות הטבע למים

כדי שלא נחווה התפרצות מסוג זה גם בשנה הבאה צריך ליישם בפועל את זכות הטבע למים. מכיוון שאין לנו שליטה על כמויות הגשם שיורדות והמגמה הכללית הצפויה באזורנו גם בשנים הבאות היא ירידה רב שנתית בכמות המשקעים, כדי לאפשר ליותר מים לזרום בנחלים צריך לצמצם את השאיבות באזורי הנביעה, לשאוב את המים להשקיית גידולים חקלאיים במורד הנחל ולא במעלה ולעבור להשקיה בקולחים בכל גידול שניתן לעשות זאת. בגידולים בעלי צריכת מים גבוהה בהם לא ניתן לעבור להשקיה בקולחים, צריך לשקול בכובד ראש מעבר לגידולים או זנים שזורשים פחות מים ומותאמים טוב יותר לשינוי האקלים באזורנו. חיסון עדרי הבקר שרועים במרעה, הגבלת הגישה שלהם למקורות המים הטבעיים וצמצום נוכחות מכרסמים בצמוד למשקים העוסקים בגידול בעלי חיים יפחיתו את הסיכון להתפרצות חוזרת בקיץ הבא ובבאים אחריו.

מתקן התפלה בגליל המערבי שהקמתו אושרה ממש לאחרונה וצפוי להתחיל לפעול תוך שנים ספורות ולהזרים מים מותפלים גם לצפון (תוך מתן אפשרות לצמצום השימוש במקורות המים הטבעיים) הוא פתרון טוב אך קצר מועד. כדאי שנפנים כולנו ששינוי האקלים כאן כדי להישאר.

כדי לצמצם את השפעותיו העתידיות של שינוי האקלים עלינו להפחית דרמטית את פליטות גזי החממה באמצעות גמילה מדלקי מאובנים ומעבר לאנרגיות מתחדשות לצד התייעלות אנרגטית נרחבת במגזר הפרטי הציבורי והתעשייתי. השקעה משמעותית כבר היום בהיערכות לנזקי שינוי האקלים באמצעות היערכות לעליית מפלס פני הים, צמצום נזקי שטפונות סילוק פחמן דו חמצני באמצעים טכנולוגיים או באמצעות נטיעה מסיבית של יערות ופיתוח גידולים חקלאיים עמידים תצמצם את הנזקים העתידיים שעוד צפויים לנו.



המדף

3. האגם העגום: אחרי שגרם לירידת המפלס בכנרת, האדם נחלץ לעזרתה

גורל הכנרת מעסיק יותר מתמיד את המומחים בתחום בכלל ואת אנשי רשות המים בפרט, בעקבות המפלס הנמוך של האגם בשנים האחרונות. עיסוק זה הוליד כמה הסברים למצב ולהשלכות שיש לכך שהמפלס נמצא זמן ממושך מתחת לקו האדום התחתון. חלק מהמומחים מעריכים, שבאזור הכנרת מורגשת השפעתם של שינויי אקלים שמחוללת פעילות האדם. התוצאה היא רצף של חמש שנות בצורת באזור וירידה בכמות המשקעים, הנמשכת כמה עשורים. השבוע התפרסם בכתב העת "Journal of Hydrology" מאמר מאת שניים מאנשי הרשות, דרור פז ועמיר גבעתי, של גיולאם תירל, מומחה ממרכז מחקר בצרפת, ושל פרופ' דניאל הזנפלד מהאוניברסיטה העברית. במאמר נבחנו כמה מודלים של שינויי אקלים, תוך כדי השוואה למגמות המשקעים באגן ההיקוות של הכנרת בעשורים האחרונים. לפי תחזית הכותבים, צפויה הזרימה בנהר הירדן, מקור המים העיקרי של הכנרת, להצטמצם בשיעור של 12%–22% ואף יותר מכך במאה הקרובה, מגמות שהן "דרמטיות בעבור האזור, בכל הקשור לזמינות מים ומחסור במים."

הסבר אחר למצב האגם הוצג על ידי חוקרים ישראלים במאמר שהתפרסם בכתב העת "Science of the Total Environment" ובגרסה מקוצרת שלו בכתב העת הישראלי "אקולוגיה וסביבה", מייקל ויין ויונתן לרון מאוניברסיטת בן-גוריון ואלון רימר מהמעבדה לחקר כנרת (שהלך לעולמו לפני כמה חודשים). הכותבים מצאו, שלא היתה ירידה משמעותית בכמות המים המגיעה לנקודת ההתכנסות של מקורות הירדן באזור שדה נחמיה ולא היתה עלייה משמעותית בצריכת המים בלבנון, שמשטחה מגיעים חלק ממי מקורות הירדן. מסקנתם היא, שהירידה המתמשכת בכמות המים המגיעה לכנרת קשורה לשימוש האנושי הגובר במים אלה בשטח ישראל, ובעיקר בניצולם לצרכים חקלאיים.

"המודלים שבנינו מצביעים על כך שגורמי אקלים בלבד אינם יכולים להסביר את הירידה במפלס הכנרת", כתבו. "ללא ההתערבות האנושית, מפלס האגם היה נשאר יציב על אף הבצורות של השנים האחרונות. יתרה מזאת, אם תצומצם צריכת המים באגן הניקוז של הכנרת, מפלס האגם יעלה ויתייצב במפלס עליון, והזרימה לירדן התחתון (בעקבות פתיחת סכר דגניה, צ"ר) תחודש בתוך שנים בודדות."

רשות המים זחתה מסקנות אלו. מומחה מטעמה, עמיר גבעתי, ציין בתגובה קצרה בכתב העת, שהמחקר מבוסס על השערות והדמיות ולא על נתוני צריכת מים, המראים שהמצב הפוך ויש ירידה משמעותית בכמות המשקעים. לכן כמות המים הזורמים לכנרת אינה קשורה לשימוש חקלאי.

ירידת מפלס הכנרת יוצרת חשש גדול לפגיעה באיכות המים, אבל לדעת פרופ' משה גופן, החוקר שנים רבות את האגם ואת אזור עמק החולה, שבו זורמים מי הירדן, אין קשר סיבתי ישיר וברור בין ירידת המפלס לאיכות המים. פרופ' גופן מציין, שאחד השינויים האקולוגיים מרחיקי הלכת בכנרת היו במאזן של הזרחן והחנקן, חומרי דשן, המשפיעים בין היתר על הרכב האצות והחיידיקים במים. אחת התוצאות המדאיות של שינוי זה היתה היעלמות האצה האופיינית לכנרת ושמה פרידיניום והופעת חיידקים היכולים לסכן את איכות המים. בזמן שהתחוללו שינויים אלה, לפני כ-25 שנה, המפלסים של הכנרת היו גבוהים. פרופ' גופן מעיר, שעל פי כמה מחקרים הכנרת עברה שינויים חדים במפלס מסיבות שונות במהלך 9,000 השנים האחרונות, והצליחה לשרוד.

קשר ישיר בין הבצורת לאיכות המים ניתן למצוא במגמת המליחות. ריכוז המלח באגם עולה ככל שיווד קצב כניסת מי הנחלים, שמליחותם נמוכה יותר. ההתאדות הטבעית באגם נמשכת, וריכוז המלח עולה ומסכן את האפשרות להשתמש במים. גופן סבור, שבמצב הנוכחי כדאי להחליף כמה שיותר מי אגם מלוחים במי נחלים מתוקים, אפילו במחיר הורדה זמנית מסוימת של המפלס. רשות המים כבר האיצה פעולות להטיית מי מעיינות מלוחים, הנמצאים בשולי האגם ותורמים גם הם לעלייה בריכוז המלח. האתגר העיקרי שלה יהיה לשמור על הכנרת כמערכת מתפקדת, המספקת שירותים לאדם, אבל גם מהווה חלק ממערכת אקולוגית הכוללת מעיינות ונחלים.



אם אכן יש מגמה מתמשכת של ירידה במשקעים הקשורה לשינויי האקלים, ואם מוסיפים לכך את גידול האוכלוסייה הצפוי באזור, אין מנוס מהצורך לנקוט עזרה פעילה כדי להקל את מצוקת האגם. אחת מהן, הנמצאת בשלבי ביצוע, היא תגבור האגם במים המוזרמים מהמערכת הארצית, שבה המחסור פחות מורגש בגלל פעילות מתקני ההתפלה. מקורות המים העיליים בישראל כבר אינם יכולים, למרבה הצער, להתקיים בלא סיוע הנדסי. האדם הוא שגרם להתייבשותם, ועליו יהיה לייצר בעבורם מים כדי שיוכל להשתמש בהם לצרכיו לאחר מכן.



כלכלה ירוקה וקיימות

4. תתייבשו לכם

קראתי את התירוצים המגוחכים של ראש הממשלה, שר התשתיות וראש רשות המים, שסיפקו גשם של הסברים למשבר המים. "איש לא צפה את השינויים", הם אמרו, "הערכת הכמות הייתה מוטעית, והיו גם טעויות בירוקרטיות...". בכיתה ח', כשלא הכנתי שיעורים, המורה הדסה שלחה אותי הביתה

ד"ר עדי וולפסון פורסם: 19.11.08, 10:29

כשהייתי תלמיד בכיתה ח' היה איתי בכיתה ילד ששמו צור. ולמה אני מספר לכם על צור, מפני שלצור היו תמיד התירוצים הכי פשוטים והגיוניים - אבל גם הכי מוזרים - כשהוא לא הכין את שיעורי הבית. אצלו זה לא היה אף פעם הכלב שאכל את המחברת או אמא שכיבסה את התיק עם דף העבודה. אצלו היתה זו תמיד גזרה משמיים, משהו מיסטי שאף אחד לא יכול להסביר, או עניין של הסתברות חד פעמית. כי מי צריך להתעסק עם הסברים כשהדברים פשוט קורים... ולמה נזכרתי בצור? מפני שאני קורא בימים האחרונים את התירוצים המגוחכים של כבוד ראש הממשלה, כבוד שר התשתיות וכבוד ראש רשות המים בנוגע למצב החמור של משק המים בישראל, ואני שואל את עצמי אם גם במקרה זה תבוא לבסוף המורה הדסה ותשלח אותם הביתה?

לא גזירה משמיים

כבר כשהייתי בכיתה ח', בשנת 1985, הכותרות זעקו על עונה יבשה, על כמויות משקעים של 60 אחוז מהמוצק השנתי ועל משבר מים. לאורך השנים מאז, בעקבות מחזורים של מספר עונות יובש רצופות, החלו להעלות פתרונות שונים לטיפול בגירעון המצטבר במשק המים כמו קיצוץ מכסות המים לחקלאות, התפלת מי ים וייבוא מים מטורקיה. עד שבשנת 1999 הכריזה הממשלה על מצב חירום במשק המים, ובשנת 2001 אף מונתה ועדת חקירה פרלמנטרית שתפקידה היה לבחון את הנסיבות למשבר, למצוא מי הגורמים האחראיים לו ולהמליץ על פתרונות לטווח הקצר והארוך. ועדת החקירה ישבה על המדוכה ומצאה כי משבר המים התמשך על פני 30 שנים והגיע, כבר אז, לנקודה קריטית בעיקר עקב התעלמות ומחדלים של הממשלות השונות לאורך השנים. "משבר המים בישראל הוא מעשה ידי אדם, ולא מעשה שמים, וניהול נכון של משק המים הוא הפתרון למשבר", היא קבעה.

גשם של תירוצים

השנים חלפו. היו שנים שחונות של ירידה במפלסי הכנרת ומי התהום, והיו שנים ברוכות, שהובילו לדחיית התוכניות והתקציבים להקמת מתקני התפלה וטיפול מעמיק במצב. התכנון של משק המים, אם בכלל היה קיים, התבסס על הנחות יסוד מוטעות בהן כמות המשקעים לא משתנה, או חישובים מיושנים של ממוצעים שנתיים גבוהים משנים ברוכות שכבר נשכחו מזמן. ציירו קו אדום, אבל כשהתקרבו אליו לא נזעקו להתחיל לטפל בבעיה אלא פשוט הזיזו את הקו. ולכן כל כך מקוממת בעיני ההתבטאויות האחרונות של ראש רשות המים. "משק המים לא הבין בצורה מספיק טובה את חוסר הביטחון של היצע המים הטבעי, ולא צפה את המועד שבו עליית הביקוש חצתה את קו ההיצע", אמר פרופ' אורי שני לוועדת החקירה הממלכתית שהחלה לעבוד לאחרונה. שני מאניש את משק המים - זה משק המים ש"לא הבין...". לדבריו. ואולי כאן הבעיה העיקרית שלנו. משק המים שלנו מנהל את עצמו. והוא ממשיך: "לא היה אף אחד שראה את התמונה הזו בכל המערכת, גם הביצועית וגם הפוליטית, לא היו ערים לירידה בהיצע הטבעי של המים... הערכת כמות המים בישראל הייתה מוטעה מאז ומתמיד". גם שר התשתיות הלאומיות מפליא בהסבריו: "ההסתברות לצרוף כזה של שנות בצורת רצופות הוא כמעט ובלתי נתפס", אמר בישיבת הממשלה. ואפילו ראש הממשלה מצטרף לחגיגה: "רק בגלל טעויות בירוקרטיות בלתי נסבלות, לא בנינו מתקני התפלה בהיקפים שיכלו לתת מענה לבעיית המים", אמר. מים משמים אמנם אין לנו, אבל גשם של הסברים יש ויש.



שלא תטעו. המחדל אינו רק של ראש הממשלה, שר התשתיות וראש רשות המים הנוכחיים. הוא מחדל לאומי רב שנים, שמעורבים בו לא מעט מנבחרי הציבור שיעמדו לבחירה גם בבחירות הקרובות. הם יגידו לכם שהם מודאגים ולכן יושבים ומכינים תוכניות, מקבלים החלטות ומקימים ועדות. האמת היא שהם בעיקר מגלגלים את האחריות עלינו, ומבקשים מאיתנו להתקלח פחות.

ביננו, האחריות היא בסופו של דבר באמת רק שלנו. המורה הדסה אולי לא עשתה את מה שנדרש ממנה; אנחנו יכולים לעשות, ולשלוח את כל מי שלא הכין שיעורים הביתה.



5. סכנת שינוי האקלים: מה אפשר ללמוד מ"אפקט הווניל"?

"אפקט הווניל", שהוביל לעלייה חדה במחירו ברחבי העולם, הוא רק דוגמה אחת להשפעה של שינויי האקלים על המזון של כולנו. והווניל ממש לא לבד

פרופ' עדי וולפסון פורסם: 08.10.18, 14:53

[דו"ח חדש של האו"ם בנושא שינויי האקלים](#) קובע כי אם לא נפעל מיד להפחתת פליטות גזי החממה, הטמפרטורה הממוצעת בכדור הארץ תעלה בין השנים 2030 ל-2052 ב-1.5 מעלות יותר מזו שנמדדה בזמן המהפכה התעשייתית. המשמעות היא שנחוה יותר תקופות יבשות ובצורות, ויותר אירועים קיצוניים של מזג אוויר כגון גשמים חזקים והצפות, שהקרחונים יימסו וגובה פני הים יעלה, שכמות הפליטים תגדל ושיפרצו מגפות שונות, שהמגוון הביולוגי ייפגע וגם שמחירי המזון והמחייה יעלו. ומה צריך לעשות? בעיקר לעבור לאנרגיות מתחדשות במקום להמשיך ולשרוף דלקים פוסיליים, הן לייצור חשמל והן במגזר התחבורה, אך גם לחסוך באנרגיה ובמשאבים ולשנות התנהגות.

אם אתם עדיין לא מבינים איך כל זה קשור אליכם או משפיע עליכם, אז אפשר לקחת דוגמה מהווניל. מחירי הווניל בעולם מאמירים לשחקים, והמחסור בווניל מאיים על הצלחת שלנו, ובמילים פשוטות תתחילו לדמיין עולם ללא גלידת וניל - הגלידה הפופולרית ביותר בעולם, ללא קינוחים שונים, ללא מגוון מוצרי מזון-יוגורט, גבינות ועוד, ואפילו ללא ליקרים ומשקאות חריפים כמו בורבון.

מה קרה אתם שואלים? ובכן, כ-80% מהווניל האיכותי בעולם מגיע מהאי מדגסקר שבאוקיינוס ההודי, שם גידול הווניל הוא גם אחד ממקורות הפרנסה וממרכיבי התל"ג (תוצר לאומי גולמי) העיקריים. אולם תקופות יובש ארוכות שפקדו את האי בשנים האחרונות, וסופה טרופית אימתנית שפגעה באי במרץ 2017, הובילו לפגיעה אנושה במטעי הווניל וביכול של הפרי, שמשמעם היצע נמוך וביקוש גובר. מעבר ל"כוחות השוק", אי הוודאות לגבי כמות ואיכות הגידולים השנה, ואפילו כניסה של ארגוני פשע לתמונה, גרמו לעלייה מתמדת במחיר הווניל, עלייה שמורגשת בכל העולם, וכמובן גם להשלכות נרחבות על המשק המקומי.

המחסור והמחיר הגבוה הובילו גם לחיפוש אחר חלופות, אם בדמות גידול של וניל בארצות אחרות כמו הודו ואוגנדה, ואם בשימוש בתחליפים זולים וסינטטיים. במקביל, החלו גם ניסיונות לגדל וניל בתנאי חממה מבוקרים. אבל ברור לכולם שמלבד העובדה שהטעם לא יהיה אותו הטעם, ייקחו כמה שנים עד שהחלופות השונות יספקו את הדרישה.

"אפקט הווניל" הוא רק דוגמה אחת להשפעה של שינויי האקלים על המזון של כולנו. במהלך השנים האחרונות נפגעו גם גידולי הקפה, ההל והקקאו, אבל לא רק גידולים אקזוטיים או גידולי מותרות נפגעו, אלא גם גידולים של פירות וירקות שונים, מענבים ותפוחים ועד לעגבניות. שינויי האקלים משפיעים באופן ישיר על כמות היבולים, אבל מובילים גם למפגעים משניים כגון שגשוג של וירוסים ופטריות ופלישה של מינים שונים שפוגעים בגידולים. אך מעל לכל החשש הגדול הוא שתופעות אלה, מבצורת או הצפות ועד פגיעה ממזיקים, יפגעו בגידולים מרכזיים כמו חיטה, תירס או אורז.



"אפקט הפרפר"

השינויים באקלים לא מאיימים רק על הכמות אלא גם על האיכות והטעם של הפירות והירקות, כאילו שלא מספיקה לנו ההשפעה של ההנדסה הגנטית על הטעם ועל המרקם של היבולים. מחקרים שונים מראים כי עלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, משפיעה על המרכיבים השונים של מוצרי מזון בסיסיים כמו אורז, מהוויטמינים והמינרלים שבצמח ועד לכמות החלבון.

אז מה אנחנו יכולים ללמוד מכל אלה? שלפליטות גזי חממה ולהתחממות הגלובלית יש מגוון השפעות ישירות ועקיפות, ושתהליכים מעשי ידי אדם חוזרים ומשפיעים על האנושות כמו בומרנג. כמו כן, אפקט הווייל הנוכחי ממחיש את המשמעות של הגלובליות של התהליכים הללו, וכיצד שינוי במקום אחד משפיע על מקום אחר.

יתרה מכך, עליית מחירי הווייל יכולה להמחיש כיצד שינוי מקומי וקטן יכול להוביל לשינוי גלובלי נרחב, כפי שמתואר בתורת הכאוס בעזרת "אפקט הפרפר". אפקט זה מתאר תופעה שבה פרפר המנפנף בכנפיו בזמן נתון במקום כלשהו בעולם, כלומר מבצע שינוי קטן ומקומי, יוצר הפרש לחצים מקומי וטורבולנציה המאופיינת בזרימה לא מסודרת ומערבולית, ויכול להתחיל שרשרת של התרחשויות שבסופן יתקיים במרחק רב שינוי גדול, למשל סופת הוריקן. מקרה זה ממחיש כיצד יש למערכות גדולות ודינאמיות תלות בשינויים קטנים בתנאי ההתחלה, וכיצד לכל אחד יכולה להיות השפעה על הסביבה.

אפקט הפרפר ממחיש גם את החשיבות של הפרטים הקטנים, גם אלה שנדמה לנו לפעמים שאינם חשובים.

אומרים ש"אלוהים נמצא בפרטים הקטנים", כלומר שלא פעם הפרטים הקטנים חשובים יותר מהעקרונות ומהרעיונות הגדולים, והפרטים הקטנים, שלא פעם נופלים בין הכיסאות, הם דווקא המקום שבו כל אחד מאיתנו יכול להיות שותף ולהוביל שינוי. אז אם שאלתם את עצמכם פעם "למה אכפת לי מההתחממות הגלובלית?" התשובה נמצאת גם בגלידת הווייל האהובה עליכם או במחיר האורז.



החלל

6. האוקיינוסים מתחממים בקצב מהיר בהרבה ממה שחשבו בעבר

האוקיינוסים מהווים מגן מפני התחממות כדור הארץ, תוך ספיגת החום שנלכד תחת גזי החממה. טמפרטורות המים שברו שיאים בשנים האחרונות, ולפי החוקרים, "האוקיינוסים מצילים אותנו מחימום מסיבי — לעת עתה"

15.01.2019

[ניו יורק טיימס](#)

האוקיינוסים בעולם מתחממים בקצב מהיר בהרבה ממה שחשבו בתחילה, כך לפי מדעני אקלים בכירים ברחבי העולם. לפי החוקרים, התחממות האוקיינוסים היא עדות קשה למצבו של כדור הארץ, מפני שכמעט כל עוזף החום שנספג בכדור הארץ נאגר בסופו של דבר במי האוקיינוסים.

ניתוח חדש שפורסם בשבוע שעבר בכתב העת Science מצא שהתחממות האוקיינוסים מהירה ב-40% בממוצע ממה שהעריך פאנל מטעם האו"ם לפני חמש שנים. החוקרים הגיעו למסקנה שטמפרטורות האוקיינוס שברו שיאים במשך כמה שנים ברציפות. "2018 תהיה השנה החמה ביותר באוקיינוסים של כדור הארץ מאז החל המעקב אחר הנושא", אמר זיק האוספאת'ר, אנליסט וחוקר אקלים שחיבר את המאמר. "כפי ש-2017 היתה החמה ביותר עד אז ו-2016 היתה השנה החמה ביותר לפניה".

מאז החלה התחממות כדור הארץ, שימשו האוקיינוסים מגן חיוני. הם האטו את ההשפעות של שינוי האקלים על ידי ספיגה של 93% מהחום שנלכד בכדור הארץ עקב גזי החממה. "אלמלא ספג האוקיינוס חום רב כל כך, פני הארץ היו מתחממים הרבה יותר מהר ממה שהם מתחממים כיום", אמר מיילין פינסקי, מרצה במחלקה לאקולוגיה, אבולוציה ומשאבי טבע באוניברסיטת רטגרס. "למעשה, האוקיינוס מציל אותנו מחימום מסיבי — לעת עתה".

עם זאת, החוקרים מזהירים כי העלייה בטמפרטורת המים מחסלת מערכות אקולוגיות, מעלה את גובה פני המים ומחוללת הוריקאנים הרסניים בשיעור גבוה בהרבה מבעבר. עם ההתחממות המתמשכת של האוקיינוסים, השפעות אלה יהיו הרסניות יותר, כך לפי המדענים. סופות גשומות ועזות יותר דוגמת הוריקן הארווי ב-2017 והוריקן פלורנס ב-2018 יהיו שכוחות יותר, וקווי החוף ברחבי העולם יוצפו לעתים קרובות יותר.

גם שוניות אלמוגים, שאוכלוסיות הדגים שלהן הן מקור מזון למאות מיליוני בני אדם ברחבי העולם, ייפגעו; חמישית מכל האלמוגים כבר מתו בשלוש השנים האחרונות. תושבי האזורים הטרופיים, שדגים הם המקור העיקרי שלהם לחלבון, ייפגעו קשות, אמרה קתרין מתיוס, סגנית המדען הראשי של ארגון לשמירה על איכות הסביבה. "יכולתם הנוכחית של האוקיינוסים לייצר מזון פחתה במידה רבה, וזה אומר שמתקרב היום שבו מזונם של האנשים האלה לא יהיה בטוח", הוסיפה.

מאחר שתפקידם בהתחממות האקלים חיוני כל כך, האוקיינוסים הם אחד מתחומי המחקר החשובים ביותר למדעני אקלים. הטמפרטורות הממוצעות באוקיינוסים הן גם אמצעי בדוק ומנוסה למעקב אחרי השפעת פליטות גזי החממה, מאחר שדפוסי אקלים בטווח הקצר אינם משפיעים במיוחד על הטמפרטורות האלה, ציין האוספאת'ר. "האוקיינוסים הם בעצם המזחום הטוב ביותר למדידת השינויים בכדור הארץ", הוסיף.

מאז תחילת האלף מודדים מדענים את טמפרטורות האוקיינוסים בעזרת רשת של מצופים נסחפים בשם "ארגו" — על שם ספינתו של יאסון במיתולוגיה היוונית. המצופים האלה מודדים את הטמפרטורה והמליחות של האוקיינוסים עד לעומק 2,000 מ', והנתונים המתקבלים מהמדידות מועברים למדענים באמצעות לוויינים.



אך לפני "ארגו" התבססו החוקרים במדידותיהם על חיישני טמפרטורות שהורדו מספינות למעמקי האוקיינוסים בעזרת כבלי נחושת. הכבל העביר את הנתונים מהחיישנים לספינה עד שנשבר, ואז החיישן התנתק ונסחף עם הזרמים. אי הדיוק של השיטה הזו מהווה בעיה למדענים כיום, המנסים לאחד את נתוני הטמפרטורות שנמדדו במאה ה-20 עם הנתונים הנוכחיים.

בבדיקה הנוכחית שילבו האוספת'ר ועמיתיו שלושה מחקרים, שעורכייהם לקחו בחשבון את בעיות המכשור הישן. התוצאות המאוחדות הביאו להערכה שהתחממות האוקיינוסים גבוהה יותר מזו שדווחה בדו"ח האו"ם של 2014, ושהיא תואמת יותר לדגמי האקלים הממוחשבים. התחממות המים הקרובים ביותר לפני השטח היא הגבוהה ביותר, והיא הוצעה בשני העשורים האחרונים.

ככל שהאוקיינוסים מתחממים, מי הים מתרוממים, משום שמים חמימים יותר תופסים מקום רב יותר ממים קרים. למעשה, הסיבה לעיקר עליית מי הים, שנצפתה עד כה, היא בגלל אפקט ההתחממות הזה, ולא התמוססות כיפות הקרח. עורכי המחקר כתבו כי אם לא תינקט פעולה לצמצום פליטות גזי החממה, ההתחממות לבדה תגרום לעליית מי הים ב-30 ס"מ עד שנת 2100, וכיפות הקרח יתרמו לכך עוד יותר.

להתחממות המים יש גם השפעות קשות על בעלי חיים ימיים. לדברי החוקר פינסקי, "כשמקום מסוים באוקיינוס מתחמם, עוברים הדגים למקום חדש. אנחנו כבר רואים שזה גורם לסכסוכים בין מדינות: מלחמות סחר, סכסוכים דיפלומטיים, ובמקרים אחדים אף מובילים לניתוק קשרים דיפלומטיים".

על אף שהעתיד הצפוי לאוקיינוסים, לפי המחקרים החדשים, עלול להיות קודר, האוספת'ר אומר כי המאמצים לצמצם את התחממות כדור הארץ, כולל הסכם האקלים שנחתם ב-2015 בפריז, עשויים לעזור. "אני חושב שיש סיבה מסוימת לאמונה שנצליח למנוע את התוצאות הקשות ביותר, גם אם אנחנו לא בדרך להשגת התוצאות שאנחנו רוצים", הוסיף.





7. תושבי אי נעלם בהודו חוששים לחייהם, אולם אין בידיהם מספיק כסף כדי לעזוב

מפלס הים, המושפע משינויי האקלים, מכווץ את האי גהורמרה שנה אחר שנה. תושבים רבים מוכנים לעזוב את האי אם הממשלה תספק להם בחינם קרקע חלופית באזור בטוח יותר, אבל לפי שעה הם לא זוכים למענה

• **חויטרס** 03.12.2018

מפלס הים הגואה מכווץ את האי גהורמרה שבהודו שנה אחר שנה. תושביו רוצים לעזוב את בתיהם, אולם רבים מהם אומרים שהם לא יכולים להרשות לעצמם לעשות זאת מיוזמתם.

האי הוא חלק מדלתת היער סונדרבאנס שבשפך נהר הגנגס ושטחו 4.6 קמ"ר. לדברי זקנים מקומיים, שטחו היה כפול לפני 20 שנה. גם אוכלוסיית האי הזעיר, השוכן כ-150 ק"מ מזרם לעירקולקטה, פחתה מ-7,000 תושבים לפני עשור ל-4,800 היום. "אם צונאמי או ציקלון עז יכו כאן, האי הזה גמור", אומר סנג'יב סגאר, מנהיג הכפר שעל האי.

בסונדרבאנס, אזור שבריבונות הודו ובנגלדש, מצוי יער עצי המנגרובה הגדול בעולם. חיים בו מיני טיגריסים, דולפינים, ציפורים וזוחלים נדירים המצויים בסכנת הכחדה.

איי הדלתה, בהם גהורמרה, מושפעים מעליית מפלס המים ומסחף הנגרמים לדברי מומחים משינויי האקלים. תושבי המקום אומרים שהשיטפונות מחמירים מדי שנה ומאיימים על בתיהם ועל מקורות פרנסתם. "אם הממשלה תאפשר לנו להשתקם, אני אעזוב", אומר שייח אפטב אודין, שיושב עם אשתו בפתח בית הבוץ החדש שלהם. בית זה החליף את הקודם, שנחרב במי השיטפונות.

מחצית מהתושבים מוכנים לעזוב את האי אם הממשלה תספק להם בחינם קרקע חלופית באזור בטוח יותר, אומר סגאר. אבל לפי שעה, בקשתם לפיצויים או להעברתם מהאי נותרה ללא מענה.

שני פקידים במשרדו של ג'אבד אחמד חאן, השר הממונה על ניהול מצבי אסון בממשלת מדינת מערב בנגל, סירבו לומר אם לממשלה יש תוכנית להעביר את תושבי האי למקום חדש.

השיטפונות הפכו את קו החוף של האי לאדמה בוצית המעוטרת בכפות עצי קוקוס שבורים. הדייגים פורשים את רשתותיהם בתקווה להפיק תועלת ממפלס המים העולה. לצד גרימת נזק לבתים, מי השיטפונות גם זרעו חורבן בשדות פלפל הודי שמהם רבים מהתושבים מתפרנסים. "מדי יום, גאות של מים מלוחים מציפה את שדות החווה שלי, הורסים את הגידולים וגורמים לי הפסדים רבים", אמר מיהיר קומאר מונדל, אחד המגדלים.

מומחים לשינויי האקלים מזהירים שלא יהיה מנוס מהעברת תושבי האי לאזור אחר בעתיד. "חייב להיות תכנון כזה", קבע סורוצ'י בהדוואל, חוקר שינויי אקלים במכון לאנרגיה ומשאבים בניו דלהי. "למען האמת, זה חייב להיכלל בתוכניות הממשלה."





כלכלה ירוקה וקיימות

8. 50 מתחת לאפס: גל קור קיצוני בארה"ב

במערב התיכון של ארה"ב יתמודדו בימים הקרובים עם שלג כבד וטמפרטורות מקפאות. טיסות בוטלו: "סופת חורף עם פוטנציאל היסטורי"

סוכנויות הידיעות פורסם: 29.01.19, 14:40

במערב התיכון של ארה"ב יתמודדו בימים הקרובים עם גל קור קיצוני. החזאים מעריכים שבשני שלישים מהשטח היבשתי של ארה"ב (כל המדינות מלבד הוואי) יהיו טמפרטורות מתחת לאפס. לפי CNN גל הקור ישפיע על כ-220 מיליון איש – 75% מאוכלוסיית השטח היבשתי.

כבר אתמול הייתה באזור סופת שלגים. החזאים מזהירים ממזג אוויר שמסכן את חיי התושבים. שירות החיזוי הלאומי בארה"ב מעריך שהמצב ישתפר רק בסוף השבוע. עד כה גבה גל הקור את חייהם של שני אנשים, במינסוטה ובאילינוי. טום סייטר, חזאי CNN, אמר: "אם אתם בני 25 ומטה – מעולם לא חוויתם קור כזה". במערב התיכון סגרו בתי ספר וחנויות, וטיסות נדחו או בוטלו.

הסיבה לגל הקור הקיצוני היא המערבולת הקוטבית, שבדרך כלל משתוללת בקוטב הצפוני אך כעת נדדה דרומה. היא מביאה לארה"ב אוויר קפוא. "האוויר הארקטי שמגיע מקנדה ישפיע עלינו במשך כמה ימים", אמרו במרכז החיזוי הלאומי.

"אחר הצהריים ירד מעט שלג גם באזור וושינגטון הבירה. בגלל שקר כל כך ברביעי לא תהיה התחממות. תצטרכו לחכות עד סוף השבוע בשביל לראות טמפרטורות גבוהות יותר", אמר החזאי ריצ'רד באן.

במערב התיכון מצפים לטמפרטורות נמוכות במיוחד, שבגלל השלג והרוחות ירגישו לתושבים קפואות עוד יותר. שירות החיזוי הלאומי מעריך שבאזור שיקגו ירגישו התושבים טמפרטורות של עד מינוס 46 מעלות.

המושל ג'ב פריצקר אמר שמזג האוויר עלול לגרום למכת קור בתוך דקות. "זאת סופת חורף עם פוטנציאל היסטורי שתביא קור קיצוני למדינה שלנו. כל תושבי אילינוי חייבים להתכונן".

הטמפרטורה הנמוכה ביותר אמורה להיות במינסוטה – מינוס 34 מעלות, שתרגיש כמו מינוס 51. התחזית למילוקי היא מינוס 33 מעלות, שירגישו כמו מינוס 45.

בוויסקונסין יצטברו לפי ההערכות 50 ס"מ שלג, ובאילינוי יצטברו כמעט שני מטרים. השלג יכול להגיע אפילו לאלבמה ולמיסיסיפי. גם בחלקים מעמק אוהיו, ובאזורים האגמים הגדולים, צפוי להיות מזג אוויר מקפיא.

בחלקים בצפון ג'ורג'יה ומרצה מצפים לפחות ל-5 ס"מ שלג בימים הקרובים, לברד ולשכבות קרח בכבישים המהירים. היום סגר המושל בריאן קמפ את משרדי הממשל המקומי ב-35 מחוזות. גם בתי ספר ברחבי ג'ורג'יה נסגרו. מדינות במערב התיכון הכריזו על מצבי חירום, מוויסקונסין ומישיגן עד לאלבמה ומיסיסיפי.

גל הקור פוגע כאמור גם בתנועת המטוסים. יותר מ-1,200 טיסות נדחו או בוטלו. חברת דלתא איירליינס אמרה שהיא תתחשב בנוסעים שייפגעו ממזג האוויר בשיקגו, דטרויט ואזורים אחרים במערב התיכון, ולא תחייב את מי שישנה את מועד הטיסה שלו.

