

שלומית פז

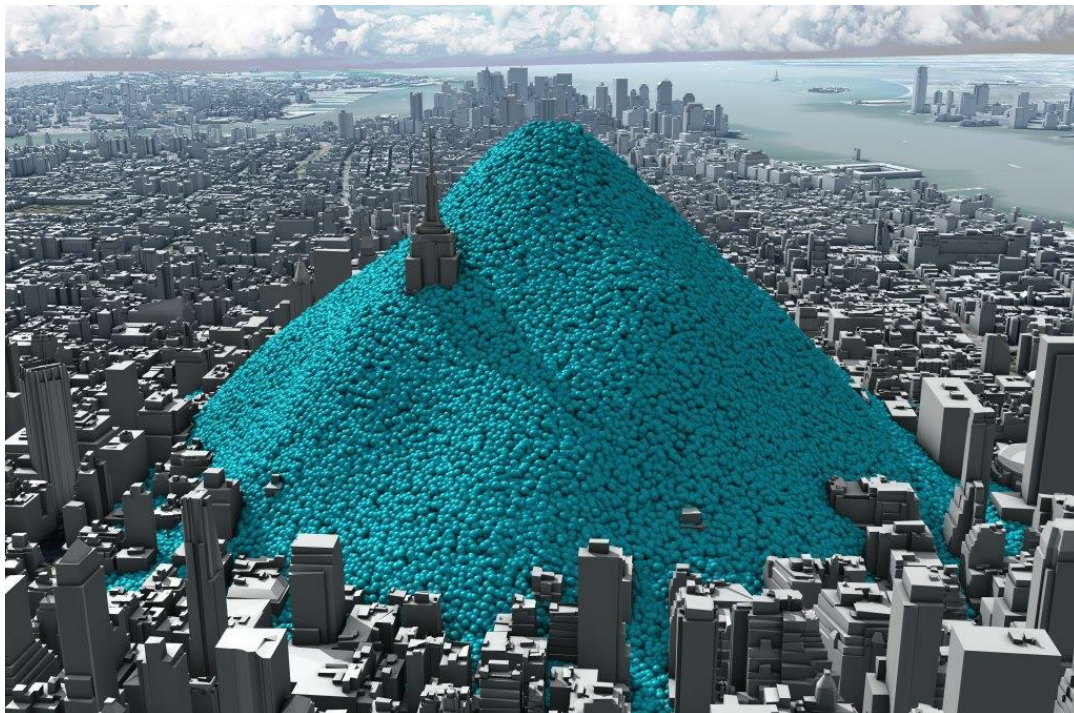
ועדת ההיגוי להתמודדות עם משבר האקלים, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים; בית הספר למדעי הסביבה, אוניברסיטת חיפה

דן יקיר

ועדת ההיגוי להתמודדות עם משבר האקלים, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים; המחלקה למדעי כדור הארץ וכוכבי הלכת, מכון ויצמן למדע

ציטוט מומלץ

פז ש ויקיר ד. 2024. משבר האקלים – קונצנזוס מדעי הדורש פעולה מיידית לנוכח התעלמות והכחשה המסכנות את עתידנו. *אקולוגיה וסביבה* 15(3): 47–52.



המחשה של כמות גזי החממה הנפלטת בעיר ניו-יורק במהלך יממה אחת. קוטרו של כל כדור בהדמיה הוא כ-10 מטר, ונפחו כשל טונה אחת של פחמן דו-חמצני (בטמפרטורה של 15 מעלות צלזיוס ובלחץ אוויר של אטמוספירה אחת). "להכחשת של משבר האקלים ושל הדחיפות בהתמודדות עימו יש השפעה שלילית ניכרת על היכולת לקדם מהלכים דחופים של אפחוח (mitigation) והסתגלות (adaptation)"

משבר האקלים – קונצנזוס מדעי הדורש פעולה מיידית לנוכח התעלמות והכחשה המסכנות את עתידנו

22 בספטמבר, 2024

גיליון סתיו 2024 / כרך 15(3) / אקלים של שינוי

סקירות

על קצה המזלג

- קיים קונצנזוס מלא בעולם המדע על עצם התרחשותו של שינוי אקלים ועל תרומתה המכרעת של האנושות להיווצרותו בעקבות פליטה נרחבת של גזי חממה לאטמוספירה.
- יש היוצאים כנגד קונצנזוס זה, בין מכיוון שהם חולקים על הממצאים המדעיים המרכזיים והמסקנות הנובעות מהם, ובין מכיוון שהם טוענים שלאנושות אין תרומה מכרעת לשינוי האקלים. כמו כן, יש המטילים ספק ביכולת למנוע את משבר האקלים.
- המאמר מביא תיאור תמציתי של ההוכחות המדעיות העיקריות לקיומו של שינוי האקלים ולטביעת האצבע האנושית המוטבעת על שינוי זה.
- המאמר מפרוץ את טיעוני הנגד בכך שהוא מעמיד אותם למבחן אל מול הממצאים המדעיים בתחום חקר האקלים.

מערכת אקולוגיה וסביבה

מדעני האקלים שבים ומתריעים כי משבר האקלים מחריף וכי פליטות גזי חממה שמקורן בפעילות האדם הן אלה שגורמות לו. אף על פי כן, אנו עדיין נתקלים בהכחשה, בהדחקה ובספקנות הן בנוגע לשינוי האקלים עצמו הן באשר לאחריות האדם לשינוי. גישה זו פוגעת ביכולת ההתמודדות עם משבר האקלים ומעכבת נקיטת פעולות דחופות שיסייעו לבלימתו.

המאמר מציג את תמצית הוכחות המדענים שעומדות על שני יסודות עיקריים: האחד – הבנה יסודית של התהליכים שגורמים להתחממות העולמית, ובראשם פליטות גזי החממה (כגון פחמן דו-חמצני ומתאן); השני – עמידה על "טביעות האצבע" הברורות של פעילות האדם, המעידות שהיא הגורם הדומיננטי להתחממות, כגון ההרכב הכימי של גזי החממה וכן קצב השינויים הנמדדים בריכוזי הגזים ובטמפרטורה בעשורים האחרונים, ושלא נצפו באלפי השנים הקודמות.

נוסף על כך, המאמר סוקר גם את תמצית טיעוני המכחישים ונותן להם מענה המבוסס על אסמכתאות מדעיות המראות כיצד טענות הנגד אינן עומדות במבחן המדע, או נעשו בלתי רלוונטיות עם הצטברות התצפיות ושיפור איכות המדידות במהלך הזמן.

דו"ח של השירות המטאורולוגי שהתפרסם לאחרונה מצביע על השינויים המובהקים שהתרחשו באקלים ישראל עד עתה, בהם עלייה בטמפרטורה וכן בשכיחות ובאורך של גלי חום קיצוניים. דו"ח זה מציג תחזיות עתידיות מדיאגנוס, שלפיהן המגמות הנוכחיות עתידות להחריף עד סוף המאה. מהמגמות הצפויות עולה מסקנה חד-משמעית, והיא כי יש לנקוט בדחיפות פעולות להפחתת פליטות גזי חממה ולהסתגלות של כלל המערכות במדינה לאקלים המשתנה. זוהי חובתנו לטובת הדור הנוכחי ולמען עתידם של בני ובנות הדורות הבאים.

המאמר מבוסס על נייר עמדה של ועדת ההיגוי של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

להתמודדות עם משבר האקלים^[3,2], שהוכן בעזרתם של פרופ' נתן זוסמן ופרופ' יורם מרגליות. חברי הוועדה: פרופ' דן יקיר (יו"ר), פרופ' צבי בן-אברהם, פרופ' נעמה גורן-ענבר, פרופ' יוסף ג'ברין, פרופ' נדב דוידוביץ', פרופ' יואב יאיר, פרופ' יוסי לוויה, פרופ' שלומית פז, פרופ' טליה פישר, פרופ' דניאל רוזנפלד ופרופ' איתן ששינסקי.

כתובת דוא"ל להתקשרות: climate@academy.ac.il

הכחשת משבר האקלים – מאפיינים, סיבות וסיכונים

למרות המציאות הטופחת על פנינו והממצאים המצטברים מכל רחבי כדור הארץ לשינוי האקלים, ועל אף הקונצנזוס המדעי בדבר הגורמים לעליית הטמפרטורה ולהקצנת תופעות מזג אוויר רבות^[8], בחוגים מסוימים עדיין רווחות ההתעלמות וההדחקה, ההכחשה או הספקנות הן בקשר לעצם קיומו של משבר האקלים הן באשר לגורמים לו. הכחשת משבר האקלים היא הביטוי הבולט ביותר של תופעת הכחשת המדע וממצאיו, והיא העומדת ביסוד ההתנגדות להגנה על הסביבה ועל החברה. להכחשה גרסאות שונות: הכחשת מגמת ההתחממות, פקפוק באחריותו של הגורם האנושי למשבר, הכחשת ההשפעות השליליות של ההתחממות, התנגדות להשקעות הנדרשות להתמודדות וכן הטלת ספק בהסבר המדעי להתחממות.

המכחישים עצמם משתייכים למספר קבוצות: תעשיינים וארגונים עסקיים שפעילותם פוגעת בסביבה, כגון חברות העוסקות בהפקת נפט או פחם ותעשיית המלט והפלדה; פוליטיקאים ואנשי ממשל שמסיבות פוליטיות מונעים במודע פעולות לבלימת המשבר; ארגונים פוליטיים ודתיים הפועלים בדרך של הכחשת מדע באמצעות תיאום בין צוותי חשיבה, קרנות ומכונים; מיעוט של מדענים שאינם בעלי מומחיות בתחום האקלים; גופי תקשורת שונים; קבוצות בציבור. ברקע הדברים יש גם משבר אמון חמור בין בעלי העניין השונים – הציבור, מומחים למיניהם, קובעי מדיניות, ממשלות וגופים בין-לאומיים^[21,5].

מחקרים אמפיריים מתחומי מדיניות שונים מראים כי קיימת הכחשת מדע מאורגנת מצד גורמים בעלי הון פוליטי או כלכלי, שמצטרפים אליהם מדענים המציגים עצמם כבעלי ידע בתחום, אף על פי שהם חסרים את המומחיות המדעית הנדרשת, או שהם דבקים בתאוריות שנדחו על סמך נתונים וממצאים עדכניים. החשיפה הרבה שהם זוכים לה עשויה להשפיע על תפיסותיו של הציבור ועל האופן שהחברה מגיבה לאיומים או לבעיות חמורות^[21,5]. במדינות שונות, למשל בחלק ממדינות אירופה, ניכר שיפור בהפחתת פליטות גזי חממה, אך מנייתוח מגמות עכשוויות עולה תופעה מדיאגנוס נוספת, והיא התנגדות גוברת בקרב פוליטיקאים וקבוצות בציבור לשאת בנטל הנדרש מבחינת השינוי באורח החיים הבלתי נמנע והעלויות הכלכליות הכרוכות בו כדי להפחית פליטות. הדבר בולט במיוחד בקרב פוליטיקאים פופוליסטים, המערערים על ממצאי המדענים ויוצאים כנגד

האליטה שמתוארת כגורם מאיים [22].

להכחשה של משבר האקלים ושל הדחיפות בהתמודדות עימו יש השפעה שלילית ניכרת על היכולת לקדם מהלכים דחופים של אפחות (mitigation) והסתגלות (adaptation). כיום אין ספק כי הכחשה, הדחקה, חוסר מודעות וחוסר עניין בקרב מקבלי ההחלטות והציבור לאורך שנים רבות מנעו את נקיטת הפעולות ההכרחיות לבלימת שינוי האקלים (הפחתת פליטות, פיתוח נרחב של אנרגיות חלופיות ממקורות מתחדשים, היערכות למציאות המשתנה ועוד) והובילו את האנושות להתמודדות עם אתגר חסר תקדים כשהיא על סף נקודת האל-חזור. עוד על הגורמים השונים להכחשת אקלים ראו [במאמרם של פז וטל בגיליון זה](#).



המחשה של כמות הפחם הנשרף בעולם בכל יממה – 22 מיליון טונות | באדיבות Carbon Visuals, פליקר, [CC BY 2.0](#)

משבר האקלים והקונצנזוס המדעי בעניינו

דו"חות ה-IPCC (הפאנל הבין-ממשלתי של האו"ם לחקר שינוי האקלים), המתבססים על אלפי מחקרים מדעיים מכל רחבי העולם, מראים זה שנים – ובאופן גובר והולך בעשור האחרון – כי שינוי האקלים בן-זמננו הוא עובדה קיימת [8]. על הקשר בין פליטות גזי חממה שגורם האדם ובין משבר האקלים הנוכחי יש למעשה הסכמה מוחלטת בקרב כלל מדעני האקלים ובקרב כל גופי המחקר המובילים בעולם, בהם הארגון המטאורולוגי העולמי (WMO), סוכנות החלל (NASA) והסוכנות לחקר האקלים והאוקיינוסים בארה"ב (NOAA), האקדמיה הלאומית למדעים של ארה"ב, מרכזי המחקר של האיחוד האירופי, השירות המטאורולוגי הבריטי (Met Office) ועוד.

משבר האקלים בא לידי ביטוי כבר עתה בשני אופנים עיקריים: א. התחממות ניכרת באזורים נרחבים בכדור הארץ; ב. מגמת הקצנה ברורה ומובהקת בכל רחבי העולם של אירועי מזג אוויר, כמו טמפרטורות חריגות, סופות עזות, שיטפונות ואירועי בצורת ממושכים. ההקצנה באה לידי ביטוי בשכיחותן של תופעות אלה, בעוצמתן ובמשך האירוע.

משבר האקלים בישראל – תמונת מצב

מדינת ישראל, כמו שאר מדינות האזור, נתונה כבר עתה להשפעות הקשות של משבר האקלים, בהן עלייה בתדירות ובעוצמה של גלי חום קיצוניים מסכני חיים ועימה התגברות הסכנה לשרפות יער, לשינויים בדפוסי הגשם (בצורות ושיטפונות), לעלייה במפלס פני הים, לנזקים לתשתיות, לערעור נוסף של היציבות האזורית ועוד. דו"חות השירות המטאורולוגי מראים כי בהיבטים מסוימים, כמו טמפרטורה, השינויים בישראל הם מעל לממוצע העולמי [למשל 1]. מודלים אקלימיים, עולמיים ואזוריים, המתייחסים לתרחישים מגוונים, מראים כי ללא נקיטת פעולה דחופה להפחתת פליטות גזי חממה המגמות האלה צפויות להתעצם ולהחמיר.

היסודות להוכחות המדעיות להתחממות העולמית

הוכחות המדענים לשינוי האקלים ולהתחממות העולמית עומדות על שני יסודות: ראשית, הבנת התהליכים שגורמים להתחממות העולמית ולשינוי האקלים הנלווה אליה; שנית, זיהוי של "טביעות האצבע" הברורות של הפעילות האנושית המעידות שהיא הגורם הדומיננטי להתחממות.

האקלים על פני כדור הארץ השתנה במשך כל ההיסטוריה הגאולוגית שלו, לעיתים באופן דרמטי. אחד המאפיינים הבולטים של השינויים האלה הוא הקצב וטווח הזמן שהם התרחשו בהם. בעוד ששינויים בעבר הגאולוגי התרחשו בקצב איטי במשך מיליוני שנים או מאות אלפי שנים, ב-150 השנים האחרונות מתרחש שינוי אקלימי מהיר במיוחד [13] בקצב של פי עשרות אלפים מהשינויים שהתרחשו בעבר. מחקרים רבים מצביעים על "טביעות האצבע" של פעילות האדם בשינוי האקלים המהיר במאה השנים האחרונות. ולהלן פירוט הממצאים העיקריים:

1. העלייה בריכוזי גזי החממה באטמוספירה, ובעיקר זו של הפחמן הדו-חמצני, תואמת כמותית את כמות הפליטות של האנושות (בהתחשב בהמסה חלקית של פחמן דו-חמצני במי הים ובקליטתו על-ידי צמחייה בפוטוסינתזה) [8].
2. להרכב האיזוטופי של פחמן דו-חמצני שמקורו בשרפת דלקי מחצבים, יש חתימה איזוטופית ייחודית. פליטות הפחמן הדו-חמצני שמקורן בשרפת דלקי מחצבים משנות את הרכב האיזוטופי של האטמוספירה. השינוי בהרכב האיזוטופי תואם כמותית את כמות הפליטות של האנושות ואת הרכבן [16].
3. נתונים מסוגים שונים מראים ששינויים בטמפרטורות, כמו אלה הנמדדים בשנים האחרונות, ושינויים במידת ההתחממות ובקצב ההתחממות – עלייה של קרוב ל-1.5 מעלות בממוצע עולמי במשך כמאה שנים – לא כמותו באלף השנים שקדמו להן (וזאת על סמך נתונים מסוג אחד) וכנראה שלא נראו בטווח של קרוב למיליון השנים האחרונות (וזאת על סמך נתונים אחרים, המשמשים להערכת השינויים בטמפרטורה) – ראו סעיף 4 [8].
4. בארכיון הקידוחים של גלעיני קרח מאנטארקטיקה נבדקו בוועות אוויר שנלכדו בקרח שהצטבר עד לעומק של קרוב ל-3 ק"מ במשך למעלה מ-800,000 שנה. ריכוז הפחמן הדו-חמצני באותן דגימות אוויר הראה שהריכוזים באטמוספירה כיום גבוהים בכ-50% מאשר בכל התקופה שנבדקה, ושקצב העלייה במהלך מאה השנים האחרונות חסר תקדים בהשוואה לכל שינוי שנמדד בגלעיני הקרח במשך קרוב למיליון שנה [18,6].
5. התממשות התחזיות האקלימיות שצפו התחממות בפני השטח של כדור הארץ ובמקביל התקררות בסטרטוספירה (השכבה האמצעית באטמוספירה) מאשרת כי ההתחממות נגרמת מגזי חממה ולא מגורמים אחרים, כמו שינוי בקרינת השמש [20].
6. האצת נסיגת הקרחונים היבשתיים בפסגות ההרים ב-30 השנים האחרונות ולא מאז סיום "תקופת הקרח הקטנה" ב-1850, מצביעה על כך שהנסיגה אינה חלק מהמחזור הטבעי של היציאה מתקופת הקרח הקטנה [9].
7. הטענה הקודמת תקפה גם בכל הנוגע להאצה בעליית מפלס פני הים דווקא בעשורים האחרונים (כ-3.5 ס"מ לעשור, כפי שנמדד באמצעות לוויינים) וכן להאצת תהליכי החמצת האוקיינוסים [15]. [17]



מגדל השמש של חברת BrightSource באשלים

האקלים

גורמי מדע ואחרים שהטילו בעבר ספק בהתחממות העולמית, כפרו, בין השאר, באמינות התצפיות המוזכרות לעיל. עם הזמן הצטברו עוד ועוד תצפיות, ואיכות המדידות שופרה, עד שכעת אי אפשר עוד להתכחש לעצם ההתחממות. לפיכך, הצטמצמו הטענות בעיקר להטלת ספק בחלקה של האנושות בגרימת ההתחממות ובמשמעויות של מגמות אלה לעתיד.

אלה המטילים ספק באחריותם של בני האדם להתחממות מנסים לתת הסברים חלופיים לשינוי האקלים הנצפה, שאינם מבוססים על התערבות האדם. להלן מספר דוגמאות, הכוללות הסבר מדוע הן שגויות:

1. טענה שגויה נפוצה היא שההתחממות נגרמת משינויים בעוצמת קרינת השמש. עוצמת קרינת השמש נמדדת בדיוק רב, ואכן, בשל "סערות שמש" יש בה שינויים קלים לאורך זמן, בתנודות מחזוריות. עם זאת, השינויים האלה קטנים מכדי להסביר את ההתחממות העולמית הנמדדת. ההתחממות זו משקפת שינוי ממוצע במאזן האנרגיה של כדור הארץ של כ-4 וואט למ"ר של פני כדור הארץ, ואילו השינויים הנמדדים בעוצמת השמש הם בסדר גודל נמוך משמעותית, פחות מ-0.1 וואט למ"ר של פני כדור הארץ במשך כמאה שנים. כמו כן, המגמה ארוכת-הטווח משנות ה-80 ועד ימינו היא של ירידה בעוצמת קרינת השמש^[12]. זאת ועוד, שינויים נוספים בעוצמת קרינת השמש במחזוריים של עשרות אלפי שנים ומעלה אינם רלוונטיים לתקופה הנוכחית ולמאה השנים האחרונות.
2. טענה שגויה נפוצה נוספת היא שההתחממות היא חלק מהמחזוריים הטבעיים של שינויי האקלים הנובעים מסיבות אסטרונומיות. כאמור, אי אפשר להסביר את קצב השינויים והתזמון בעשורים האחרונים בעזרת המנגנונים היוצרים את השינויים הטבעיים. לאחר שכל מאמצי המדענים להסביר את השינויים שנמדדו ב-150 השנים האחרונות בלי לכלול את השפעת פעילות האדם נכשלו, נמצא כי רק הפליטה הנרחבת של גזי חממה בעקבות פעילות האדם מאפשרת להסביר ולשחזר את השינויים הנצפים בעזרת חישובים כמותיים ומודלים מתמטיים^[8].
3. טענות מסוימות שהועלו נוגעות לבעיות אמיתיות שהתעוררו במחקר האקלים. לדוגמה, נטען כי לפי שחזור האקלים מגלעיני הקרח באנטארקטיקה, ריכוז הפחמן הדו-חמצני עלה לאחר עליית הטמפרטורה, בעוד שלפי התאוריה, העלייה בפחמן הדו-חמצני היא זו שגורמת להתחממות ולא להפך. מתברר שחשוב מאוד לדייק בתארוך בועות האוויר הכלואות בקרח, שריכוז הפחמן הדו-חמצני בהן נמדד, לעומת תארוך הקרח עצמו, המשמש לחישוב הטמפרטורה ששררה בעת היווצרותו, לאורך 800,000 השנים שבהן נלכדו והשתמרו הבועות. נדרשו מספר שנות מחקר כדי לפתור את הבעיות המתודולוגיות בשיטות התארוך, באופן שיהיה מקובל על הקהילה המדעית, אך לאחר שהבעיות נפתרו התברר כי סדר הדברים אכן היה כצפוי, והעלייה בפחמן הדו-חמצני קדמה להתחממות^[18].
4. נטען כי ישנן בעיות במהימנות מדידת טמפרטורת באטמוספירה. כדי לבחון את הטענה הזו נדרשו פיתוחים טכנולוגיים שהביאו לשיפור המדידות ופתרו בעיות טכניות שהקשו על אישור תחזיות להתחממות קרוב לפני הקרקע ולהתקררות באטמוספירה הגבוהה. במקרים אלה שיפורה התקדמות המחקר והטכנולוגיה (למשל, שיפור ההגנה של חיישני הטמפרטורה של הלוויינים מפני קרינת השמש) את דיוק המדידות, והסירה מעל סדר היום המדעי את טענות מכחישי ההתחממות בנושא זה^[לדוגמה 11].
5. הופעתן של הפוגות (hiatuses) של מספר שנים בהתחממות העולמית (כמו בשנות ה-80 של המאה ה-20) שימשה את המכחישים לטעון שהתחממות כדור הארץ נפסקה, אף שלא חל שינוי בפעילות האדם. אולם, מאחר שההפוגות הללו היו קצרות וחלפו, ולאחריהן קצב ההתחממות אף גבר, איבדה טענה זו מתוקפה – בייחוד לנוכח ההבנה של היחסים המורכבים בין העלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני לעליית הטמפרטורה שהוזכרו לעיל. לדוגמה, שינויים באגירת החום באוקיינוסים יכולים למתן ואף למסך את התחממות האטמוספירה לזמן מה^[10].
6. הוטל ספק באמינות המודלים המשמשים בסיס חיוני להבנת שינוי האקלים ולהערכת השינויים הצפויים בעתיד. מידול מערכת האקלים של כדור הארץ הוא מהאתגרים החשובים הגדולים של ימינו. המודלים (General Circulation Models – GCM) מורכבים מאוד, מכילים אלפי משוואות פיזיקליות, ודורשים את כוח המחשוב החזק ביותר האפשרי (מחשבי-על). חשוב לציין כי עצם ההתחממות הצפויה בעקבות עליית הפחמן הדו-חמצני ניתנת להסקה מעקרונות פיזיקליים בסיסיים, ללא מודלים. עם זאת, המודלים דרושים לחיזוי אזורי ולחיזוי השפעת ההתחממות, למשל על משקעים. המודלים השתפרו עם הזמן, ויכולתם לשחזר את שינויי האקלים שהתרחשו עד היום נבחנה שוב ושוב. יתרה מכך, כיוון שהרצת המודלים האלה התחילה בשנות ה-60 של המאה ה-20, כיום כבר ניתן לבחון את תחזיות המודלים המוקדמים בעזרת הנתונים שהצטברו מאז, ואפשר לראות שהמודלים החשובים (למשל זה של ג'יימס האנסן [James Hansen] מ-NASA) אכן הצליחו בתצפיותיהם במידה רבה. עם זאת, במודלים מורכבים אי אפשר להימנע מאי-ודאות גדולה יחסית. לכן, כיום המחקר בתחום זה מבוסס על הרצה בו-זמנית של עשרות מודלים במרכזי מחקר שונים, על בדיקת מידת ההתאמה ביניהם ועל השימוש בתוצאות הממוצעות של כולם. זהו

- פתרון מיטבי שמאפשר ביקורת הדדית ושיפור מתמשך, ובכך הוא משמש כלי חיוני להבנת שינוי האקלים בן-זמננו ולחזוי המגמות העתידיות [14,7].
7. גם בקרב מדענים בתחום האקלים הועלו ספקות שנגעו להתחממות העולמית ולגורמיה. דוגמה מפורסמת היא ג'ון קריסטי (John Christy), מדען אקלים שהצביע לפני כעשור על חולשת הטענות להתחממות העולמית המבוססות על שילוב נתוני לוויינים וחישובי מודלים. טענותיו התבססו על נתוני הטמפרטורה הממוצעת של האטמוספירה ולא על הטמפרטורה של פני השטח. שיפור ביכולת הפרדה בין טמפרטורת פני השטח (המתחממת) לתקרת הטרופוספירה (המתקררת), וכן שימוש בנתונים משופרים הזמינים כיום, הניבו התאמה בין חישובי המודלים לנתוני הלוויינים, והפחיתו את הביקורת על יעילות השימוש במודלים [14,7].
8. טענה אחרת שהוכחה כשגויה, התייחסה לרגישות הנמוכה של מערכת האקלים לשינויים בריכוז הפחמן הדו-חמצני (climate sensitivity), שמשמעותה ששינוי גדול בריכוז הפחמן הדו-חמצני לא יביא לשינוי גדול בטמפרטורה. אולם מהרצת עשרות מודלים ומניתוח נתונים מאירועים רבים של שינויי האקלים לאורך ההיסטוריה של כדור הארץ (כולל נתוני גלעיני הקרח שהוזכרו לעיל) הצטברו עדויות רבות ל"רגישות אקלים" של כ-3 מעלות צלזיוס בטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ כתגובה להכפלת ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה [19].

קריאה לפעולה מיידית ברמה הלאומית

שינוי האקלים והתחממות כדור הארץ הם עובדה חד-משמעית המבוססת על עקרונות פשוטים ומבוססים מדעית באופן שאינו ניתן לערעור, וכך גם השפעת האדם על שינויים אלה מראשית המהפכה התעשייתית, ובאופן גובר והולך בעשורים האחרונים. עובדות אלה עומדות בניגוד לטענות המכחישים, שהולכים ומתמעטים, שכן השיפור הרב באיכותן ובדיוקן של המדידות הקטין את חוסר הוודאות מחד גיסא וסייע להראות שמרבית הטענות אינן עומדות במבחן המדע מאידך גיסא.

דו"ח של השירות המטאורולוגי שהתפרסם לאחרונה (יולי 2024) [4] מצביע על השינויים המובהקים שהתרחשו באקלים ישראל עד עתה, בהם עלייה של הטמפרטורה בשיעור של כ-0.6 מעלות לעשור, בהשוואה לעלייה של כ-0.22 עלות לעשור בממוצע עולמי לשנים 1991–2020, גידול במספר שבירת שיאי טמפרטורת המקסימום ב-30 השנים האחרונות, וכן עלייה בתדירות, במשך ובעוצמה של גלי חום קיצוניים. נוסף על כך, הדו"ח מציג תחזיות עתידיות שלפיהן המגמות הנוכחיות עתידות להחריף עד סוף המאה, למשל – שיאי הטמפרטורה צפויים להישבר ולהיות גבוהים בכ-6–7 מעלות עבור טמפרטורת המקסימום ובכ-5–6 מעלות עבור טמפרטורת המינימום, בהשוואה לשני העשורים האחרונים, ומספר השעות ששורר בהן עומס חום כבד יעלה בצורה דרמטית לצד הפחתה משמעותית באחוז הזמן שלא שורר בו עומס חום. שינויים חזויים גם לגבי כמויות המשקעים, וצפויה הפחתה כללית לקראת סוף המאה בשיעור ממוצע של כ-25%–20 ביחס לממוצע הגשם הכללי ב-20 השנים האחרונות. מתחזיות אלה של השירות המטאורולוגי עולה הדחיפות שבנקיטת פעולות מיידיות לבלימת משבר האקלים.

זמן רב אבד, וייתכן שכרגע אנו עומדים בפני ההזדמנות האחרונה לתיקון. אחריות כבדה לפעולה מיידית מוטלת על בני דורנו, על הציבור בכלל ועל מקבלי ההחלטות בפרט. אנו קוראים לפעולות דחופות הן של מקבלי ההחלטות הן של קהילת המחקר לאפחות של פליטות גזי חממה, להרחבת תשתיות של אנרגיות חלופיות ממקורות מתחדשים ולפיתוח שיטות טכנולוגיות לאיפוס פחמן, בד בבד עם קידום ההסתגלות של כלל המערכות למציאות המשתנה.

זוהי חובתנו לטובת הדור הנוכחי ולמען עתידם של בני ובנות הדורות הבאים. אל לנו לשעות לגורמים שונים, שחלק מהם בעלי אינטרסים ברורים, המנסים להטיל ספק בקונצנזוס המדעי שהתגבש בעשרות השנים האחרונות בנושא שיש לו השפעה כה כבדה על כדור הארץ ועלינו, ושיש לו פוטנציאל פגיעה חמור דווקא בחלקים החלשים ביותר של החברה ושל המערכות האקולוגיות.

מקורות

1. אילוטוביץ א, חלפון נ ויוסף י. 2024. שינויי הטמפרטורה בישראל בראי שלושה אטלסים אקלימיים. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2024-0000002. בית דגן: השירות המטאורולוגי.
2. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. 2024. [משבר האקלים – קונצנזוס מדעי לנוכח התעלמות והכחשה](#). ועדת ההיגוי של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים להתמודדות עם

משבר האקלים.

3. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. 2024. [התמודדות מדעית עם טענות מכחישי משבר האקלים – עיקרי המסמך](#). ועדת ההיגוי של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים להתמודדות עם משבר האקלים.

4. יוסף י, צפורי א, אילוטוביץ א ואחרים. 2024. [ניתוח מגמות אקלימיות ואירועי קיצון בישראל לאורך המאה ה-21](#). דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2024-0000015. בית דגן: השירות המטאורולוגי.

5. Björnberg KE, Karlsson M, Gilek M, and Hansson SO. 2017. Climate and environmental science denial: A review of the scientific literature published in 1990–2015. *Journal of Cleaner Production* **167**: 229–241

6. Brook EJ and Buizert C. 2018. Antarctic and global climate history viewed from ice cores. *Nature* **558**(7709): 200–208

7. Hausfather Z, Drake HF, Abbott T, and Schmidt GA. 2020. Evaluating the performance of past climate model projections. *Geophysical Research Letters* **47**(1): e2019GL085378

8. IPCC. 2023. [AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023](#)

9. Lindsey R. 2024. [Climate change: Mountain glaciers](#). NOAA

10. Medhaug I, Stolpe MB, Fischer EM, and Knutti R. 2017. Reconciling controversies about the 'global warming hiatus'. *Nature* **545**(7652): 41–47

11. Morice CP, Kennedy JJ, Rayner NA, et al. 2021. An updated assessment of near-surface temperature change from 1850: The HadCRUT5 data set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **126**(3): e2019JD032361

12. ?NASA. 2019. What Is the Sun's Role in Climate Change

13. NASA. 2024. [Climate change – Vital signs](#)

14. NASA. 2024. [Study confirms climate models are getting future warming projections right](#)

15. Nicholls RJ, Lincke D, Hinkel J, et al. 2021. A global analysis of subsidence, relative sea-level change and coastal flood exposure. *Nature Climate Change* **11**(4): 338–342

16. NOAA Global Monitoring Laboratory. [Other isotopes in the atmosphere: Their individual stories ¹⁸O in carbon dioxide](#)

17. NOAA. 2020. [Ocean acidification](#)

18. Raynaud D, Beeman JC, Chappellaz J, et al. 2020. Antarctic air bubbles and the long-term ice core record of CO₂ and other greenhouse gases. In: Oliva M and Ruiz-Fernández J (Eds). Past Antarctica – Paleoclimatology and Climate Change. Academic Press. pp 27–50

19. Richardson M, Cowtan K, Hawkins E, and Stolpe MB. 2016. Reconciled climate response estimates from climate models and the energy budget of Earth. *Nature Climate Change* **6**(10): 931–935

20. Santer BD, Po-Chedley S, Zhao L, et al. 2023. Exceptional stratospheric contribution to human fingerprints on atmospheric temperature. *PNAS* **120**(20): e2300758120

21. Schmid P and Betsch C. 2019. Effective strategies for rebutting science denialism in

.public discussions. *Nature Human Behaviour* **3**(9): 931–939

The Economist. 2023. [The global backlash against climate policies has begun](#). .22
.October 11th

קריאה נוספת

נייר עמדה שסוקר את היסודות להוכחות המדעיות להתחממות העולמית ולשינוי האקלים ובמקביל מתייחס לטענות מכחישי משבר האקלים ונותן להן מענה מדעי.

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. 2024. [משבר האקלים – קונצנזוס מדעי לנוכח התעלמות והכחשה](#).
ועדת ההיגוי של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים להתמודדות עם משבר האקלים.

דו"ח עדכני של השירות המטאורולוגי שמציג את השתנות האקלים בישראל בעשורים האחרונים יחד עם תחזיות עתידיות עד סוף המאה ה-21.

יוסף י, צפורי א, אילוטוביץ א ואחרים. 2024. [ניתוח מגמות אקלימיות ואירועי קיצון בישראל לאורך המאה ה-21](#).
דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2024-0000015. בית דגן: השירות המטאורולוגי.

אתר של נאס"א המציג את הממצאים העדכניים ביותר שמצביעים על משבר האקלים.

NASA. 2024. [Climate change – Vital signs](#).