

תוכן העניינים

ט	הקדמה למהדורה העברית
יג	הקדמה
1	יקיצה איטית
9	חלק ראשון : כליה של גאיה
11	1. גאיה
18	2. אוקיאנוס האוויר הגדול
25	3. חממת הגזים
33	4. חכמי המדע והמעטפת השברירית
42	5. שערים בזמן
51	6. ילידי ההקפאה
59	7. מנעמי הקיץ
65	8. פתיחת קברים
75	חלק שני : אחד מרובה
77	9. העולם הנגלה לעינינו
88	10. סכנות בקטבים
97	11. 2050 : השוניות שוממות?
106	12. אות האזהרה של הקרפדה הזזהובה
114	13. זהב נזיל : שינויים במשטר הגשמים
125	14. מעטפת מוכת סופות
131	15. הקרח המפשר
139	חלק שלישי : מדע החיזוי
141	16. מודלים של עולמות
153	17. המחויבות והסכנה הקרבה

- 157 18. והיה העקוב למישור
- 163 19. כיצד הם ממשיכים לנוע?
- 169 20. רתיחה במצולות
- 173 21. חפיסה שכולה ג'וקרים
- 185 22. האם הציוויליזציה תיעלם?

חלק רביעי: בני אדם בחממות

- 193 23. על סף תהום
- 195 24. הדרך לקיוטו
- 203 25. עלויות, עלויות, עלויות
- 212 26. בני אדם בחממות אל יתפסו לשקרים
- 219 27. פתרונות הנדסיים?
- 229 28. צעדים אחרונים במעלות לשמים?
- 237

חלק ה: הפתרון

- 243 29. זוהר כחמה, קל כרוח
- 245 30. תחייתה של אנרגיה גרעינית?
- 250 31. מכוניות כלאיים ושובל בשמים
- 256 32. מעשהו האחרון של האל?
- 261 33. 2084: דיקטטורה של הפחמן?
- 266 34. הגיעה השעה
- 271 35. עכשיו תורכם
- 276

- 281 אחרית דבר
- 282 רשימת פעולות לשינוי האקלים
- 283 שלמי תודה
- 285 רשימת מקורות
- 306 גופים וארגונים ירוקים בישראל
- 311 מפתח

הקדמה למהדורה העברית

פרופ' פנחס אלפרט

הספר 'מחוללי האקלים – תולדות שינויי האקלים והשפעתו העתידית' – הוא ניתוח מרתק ובהיר של התחממות כדור הארץ מזוויות שונות ומגוונות: אקלים, הידרולוגיה, גאולוגיה, פלאו אקלים, כלכלה, חקלאות, זואולוגיה, אקולוגיה ועוד. מרתק לקרוא את ההתפתחות ההיסטורית בהבנת אקלים כדור הארץ והשפעת האדם עליו, כגון השפעת הזיהום על לונדון בשנת 1951, דברי החוקר השוודי המבריק סוון ארניוס משנת 1896, לפני יותר ממאה שנה, על השפעת הפחמן הדרחמצני שבאוויר על הטמפרטורה של הקרקע, או התצפיות של המדען הצרפתי הנודע ז'אן בטיסט פוריה, בשנת 1830 בקירוב, על הטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ. מדהים במיוחד לגלות שההערכות מן העבר היו ראליסטיות למדי והן רלוונטיות לימינו אלה. דבריהם של מיטב החוקרים בעולם, וכן של עיתונאים ומדינאים המובאים בספר, הם אוצר בלום גם לחוקרים: כך הביולוג הפרופ' אלפרד ראסל וולאס, המתמטיקאי ג'יימס לוולוק, פרופ' פול קרוטזן, חתן פרס נובל לכימיה, ואחרים.

הספר מביא שילוב נדיר בין מידע מדעי לדעות של מעצבי מדיניות מתחומים מגוונים. כך למשל מובא תיאור ברור ומאוד רלוונטי של ההזרקה המסיבית של פחמן דרחמצני לאטמוספירה על ידי האדם, וערעור המאזן הטבעי של הפחמן על ידי פעילויותיו. מצד אחד מצוטטים מאמרים מדעיים עדכניים המנותחים בשפה השווה לכל נפש, ומצד שני מובאים דברים של מעצבי מדיניות.

המחבר מביא דוגמאות רבות מאוסטרליה, מארצות הברית ומאירופה ופחות מאזורנו. ברם בשנים האחרונות התפרסמו מחקרים רבים על שינויי האקלים באזור הים התיכון. קרן המדע האירופית הקימה ב-2006, בשיתוף עם כעשרים מדינות באזור הים התיכון וישראל בכללן, פרויקט התומך בחקר שינויי האקלים באזור הים התיכון הנקרא Mediterranean Climate MedClivar – Variability.

טים פלאנרי אינו מתייחס די לטעמי לספקנים בנושא התחממות כדור הארץ, שבישראל נשמע קולם ברמה. בהקשר זה גם מעניין ההסבר שהוא מביא לירידת הטמפרטורה העולמית בשנים 1940-1970 באמצעות האירוסולים, המשמש גם כיום נשק בידיהם של הספקנים. המחבר טוען גם כי מים חמים מסוגלים לקלוט פחות פחמן דרחמצני, ומסביר כי זו תופעה של משוב חיובי שמגביר את התחממות כדור הארץ. וזו אכן העובדה המדעית הנכונה, ולא דבריו של מדען ישראלי ספקן הגורס כי המגמה דווקא הפוכה, דהיינו: שהים והאוקיאנוס החמים יקלטו יותר פחמן דרחמצני.

אשר לשינויים בלחות עקב התחממות כדור הארץ בשל רצפים של ימים חסרי ערפל, המחבר מתאר מצב של ירידה בלחות הגורם להתייבשות יער בהר במדינת קוסטה ריקה והיעלמות בעלי חיים. במחקר שנערך בישראל באחרונה נמצא כי תיתכן השפעה של ההתחממות הגלובלית גם על שכילות הטל.

המחבר מציין, כי במערב אוסטרליה נצפתה ירידה של כ-15% בכמות הגשם החל משנות השישים של המאה העשרים כתוצאה מהתחממות גלובלית, אשר השפעתה ניכרת מאוד בשולי האזור שבו כמה עשרות מילימטרים של גשם הם קריטיים. מצב דומה קיים בישראל: ירידות קטנות לכאורה בכמות הגשמים בצפון הארץ, בחמישים שנים אחרונות, יש להן השלכות הידרולוגיות חמורות, למשל ירידה במפלס הכנרת והמלחה של הנחלים. אשר להפשרת שלגים מוקדמת בגלל התחממות – פלאנרי מציין כי זו מגבירה את הסיכוי לשיטפונות באביב, וכי שיא הזרימה בנחלים באביב משמעותו פחות מים בקיץ. בעיה כגון זו אכן נחשפה גם בכנרת. עם זאת, בעוד שהמחבר גורס כי התמדת אל ניניו מלווה ביובש רב באוסטרליה, דווקא בישראל מצבי אל ניניו מלווים בתוספת מה של גשם.

פלנארי מספר כי כבר לפני 5000 שנה החום והיובש גרמו להיעלמותן של תרבויות אינדיאניות. כך ארע גם באזורינו. הממלכות ששלטו במסופוטמיה במאות האחת עשרה והעשירית לפנה"ס התמוטטו עקב תקופת יובש ארוכה וקשה.

המחבר מדגיש כי באנגליה נצפתה עלייה בשכיחות גלי חום. כמו כן הוא מציין במיוחד שיא של 51° במצרים. בישראל נבדקו מגמות בטמפרטורה מרבית ושכיחות גלי חום ונמצאה מגמה מובהקת של עלייה בקיץ. אולם מעניין שבעוד אשר בארצנו הקטנטונת נרשמו מגמות הפוכות בקיץ ובחורף

הקדמה למהדורה העברית □ יא

לפחות עד שנות התשעים – עלייה מובהקת בטמפרטורת המקסימום והמינימום בקיץ יחד עם ירידה בטמפרטורות אלו בחורף – מאז שנות התשעים טמפרטורות החורף נמצאות בעלייה יחד עם ההאצה בהתחממות הגלובלית.

חשמל של רוח וחשמל של שמש הם בני זוג המשלימים זה את זה, כדברי המחבר. כאשר הרוח חלשה יש סבירות גבוהה יותר לשמש. עובדה מעניינת זו תומכת בפיתוח אנרגיות חלופיות מסוגים רבים. ואמנם כדי לעודד יצירת חשמל ממקורות לא פחמיים נחקק בישראל, בקיץ 2008, חוק המאפשר למכור חשמל עודף המיוצר על ידי יצרנים שונים לחברת החשמל. מגמות ברוכות אלה הן נדבך בדרך להגברה משמעותית של ניצול אנרגיה. כך, לדוגמה, בקיבוץ יטבתה שבערבה נחנך בינואר 2009 פרויקט של פנלים סולריים שיספק חשמל הדרוש לחליבת פרות. המערכות הפוטרוולטאיות שהותקנו על גג הרפת חוברו לרשת החשמל הארצית והן אמורות להכניס לקיבוץ 200 אלף ש"ח בשנה. ובאחרונה רכש שכני במושב תאי שמש לייצור חשמל באספקה ממוצעת של 2 קילוואט, ולדבריו בתוך כתשע שנים הוא יחזיר לעצמו את ההשקעה.

אני מאמץ אפוא בהתלהבות את דבריו של טים פלאנרי, וכמוהו אני מאמין באמונה שלמה שכל מאמצי התעשייה והממשל לא יניבו דבר עד שהאזרח והצרכן הטוב ייטלו לידיהם את היוזמה. אלה יביאו בנקל להפחתה של עד כ־70 אחוז בפליטת הפחמן הדרחמצני.

ינואר 2009

החוג לגאופיזיקה ומדעים פלנטריים ובית הספר ללימודי הסביבה,
אוניברסיטת תל־אביב

הקדמה

במהלך ארבע השנים האחרונות היה לי העונג לעבוד עם טים פלאנרי במסגרת 'קבוצת ונטוורת של מדענים מודאגים' (Wentworth Group of Concerned Scientists). כינוס זה של מדענים מן השורה הראשונה נועד להציע פתרונות ישימים לבעיות המפתח הסביבתיות של אוסטרליה הנוגעות לניהול משאבי קרקע ומים. קבוצת המדענים שדרגה את הבעיות האלה, העלתה אותן לסדר היום הלאומי וסייעה בהשגת תוצאות סביבתיות חסרות תקדים. אולם כל עבודתנו ועבודתם של נאמני הסביבה ברחבי העולם עלולה לעלות בתוהו כתוצאה מהשפעת שינויי האקלים.

אנו עומדים עתה על סף של עתידים חלופיים: עתיד אחד איום מכדי לחזותו, ועתיד שני שאנו יכולים להמשיך לשאוף אליו ולשגשג, אם כי במגבלות האקולוגיות של העולם הטבעי המאוכלס על ידינו. הכותרת 'מחוללי האקלים' מרמזת ומבהירה שנתר לנו זמן קצוב כדי לבחור מהו העתיד שבו אנו מעוניינים.

הספר הזה גם מבהיר כי תוצאות שינויי האקלים הן כה עמוקות וגורפות, שהשפעתן תהיה מורגשת בכל ההיבטים של חיינו, של המערכות הכלכליות והחברתיות שלנו. בכל הפשטות, שינוי האקלים הוא איום על הציוויליזציה כפי שהיא מוכרת לנו. זוהי בעייתו של כל אחד מאתנו, לא רק של חבורה קטנה של שוחרי הסביבה או של אליטה של קובעי מדיניות בינלאומיים: ממשלות ובמיוחד תעשיות יצטרכו לקבל על עצמן תפקיד חיוני של מנהיגות והובלה. עם זאת, הפתרונות אינם טמונים בלעדית בתחום המדיניות או הטכנולוגיה. אם יש ברצוננו לנצח במלחמה על שינוי האקלים, על כולנו להיות חלק מהמאבק.

'מחוללי האקלים' יאתגר אתכם ויאלץ כל אחד מכם לחשוב על השינויים המתחייבים בחייכם הפרטיים. אינני מאמין שמישהו יוכל לקרוא את הספר הזה ולא להרגיש דחף לפעול. עדיין נותר לנו זמן למנוע את האסון, אך אין לאבד אף רגע.

רוברט פרווס (Robert Purves)

נשיא WWF (World Wildlife Fund) אוסטרליה

יולי 2005