

על מצב האטמוספירה, אי שיויון ועתיד האנושות

דני רבינוביץ

פרופ' דני רבינוביץ מלמד בחוג לסוציולוגיה ואנתרופולוגיה באוניברסיטת ת"א. מכהן כיו"ר האגודה הישראלית לצדק סביבתי וכסגן יו"ר גרינפיס בריטניה. ספרו 'הנה זה בא – כיצד נשרוד את משבר האקלים' יצא לאור בהוצאת הקיבוץ המאוחד ב 2009.

אלפרד וולאס, בן דורו ועמיתו של צ'ארלס דארווין, כינה את האטמוספירה 'האוקיינוס האוירי הגדול'. הישות הערטילאית הזו, שמימדים רבים שלה היו עמומים עד לאחרונה אפילו עבור טובי המדענים, עברה מאז המאה ה 19 תמורות דרמטיות. מהפיכת המינוע שהגדירה את העידן התעשייתי הזניקה את תפוקת המוצרים לרמות שלא נודעו לפני כן, אבל שינתה מן היסוד את אפן השימוש באש ובחומרי בעירה. בתוך עשרות שנים עבר מרכז הכובד של הכלכלה העולמית מחקלאות ביתית, מרעה טבעי וייצור זעיר בסדנאות מלאכה משפחתיות לתעשייה רחבת היקף המבוססת על שריפה אגרסיבית של דלקים מחצביים. הדלק התעשייתי הראשון היה הפחם. אחריו הגיעה הנפט, ומאוחר יותר הגז הטבעי. כריית המחצבים הללו והעלאתם בעשן השמימה יצרה התנפלות בלתי מרוסנת על משאבי כדור הארץ, שבתוך מאתיים שנה גרמה לשינויים של ממש בסביבת החיים, הביוספירה. אין עוד מין בהיסטוריה של כדור הארץ, טען פול קרוצן, הכימאי חתן פרס נובל במאמר שפרסם בשנת 2000, ששינה מרכיבים בביוספירה בהיקף שבו עשה זאת האדם מאז המאה ה 18. לכן, מציע קרוצן, יש לכנות את העידן הנוכחי 'אנתרופוקן', כלומר 'זמנו של האדם'¹.

מכל השינויים שהביא האדם על הביוספירה במהלך האנתרופוקן, אין גורלי יותר מהמהפך שהתחולל מעל ראשינו, באטמוספירה. שריפה בקנה מידה אדיר של פחם, נפט וגז פולטת בין השאר כמויות עתק של פחמן דו חמצני (פד"ח), גז הידוע מאז המאה ה 19 ביכולתו למנוע מחום כדור הארץ להשתחרר לחלל החיצון, כלומר כגז חממה. הצטברות הפד"ח באטמוספירה חיזקה את אפקט החממה והפרה את מאזן החום של כדור הארץ. ברוח הדברים של קרוצן ניתן לאמר עתה שהשינוי שחל באטמוספירה במהלך האנתרופוקן קרה במקביל להפיכת ההומו סאפיינס סאפיינס ('האדם ההוגה ההוגה') להומו סאפיינס קומבוסטאנס – 'האדם ההוגה השורף'. שריפה מאסיבית של דלק מחצבי איננו סתם רכיב טכני במערך הייצור בן זמננו. הוא

הפרקטיקה שמגדירה את הציביליזציה המודרנית².

ההכרה המתרחבת שהאקלים בגרסתו הנוכחית הוא בר חלוף איננה עוד נחלתם הבלעדית של מדענים יודעי ח"ן. בקרב ציבורים רבים ברחבי העולם מעמיקה ההבנה שבמקומות ובזמנים מסויימים שינוי אקלים עלול לחרוץ חיים ומוות. העולם עומד בפני עידן חדש שיתאפיין במה שאני מכנה 'מצב אקלימי פוסט-נורמלי'³ – 'מאפ"ן' בראשי תיבות. העשורים שבזבזו בניסיונות חסרי תוחלת להכחיש את הבעיה איפשרו לסכנה להתעצם. בינתיים, חלון ההזדמנויות שבו ניתן לפעול לצמצום התופעה ולשיפור היכולת להסתגל להשפעותיה הלך והתקצר.

'מאפ"ן', 'אנתרופוקן' ו'הומו סאפיינס קומבוסטאנס' אינם משחקי מלים, ומטרתם איננה שעשוע אינטלקטואלי. האבחנות שמשתקפות במושגים הללו חיוניות לבחינה ביקורתית של ההיסטוריה התעשייתית⁴. נקודת המוצא של בחינה כזו היא שחידושים מדעיים, קפיצות דרך תעשייתיות ופיתוח כלכלי הם תהליכים שמושפעים יותר מכל מיחסי כוחות בין קבוצות, רעיונות ועולמות אידיאולוגיים. גישה כזו אינה מקבלת 'תיעוש', 'פיתוח' 'צמיחה', 'זיהום' או 'נזק סביבתי' כמהלכים נייטראליים שבאים כמענה למגבלות המציאות הטכנית ונשמעים רק לחוקי הפיזיקה. תהליכים כאלה אינם יכולים להסביר עצמם באמצעות עצמם. הם נוצרו במקומות ובזמנים מסויימים כתולדות של יחסי גומלין בין אנשים. התובנה הזו, אגב, אינה תואמת את תפיסת העולם הליבראלית שבמידה רבה עיצבה את המציאות הכלכלית והפוליטית הנוכחית. החשיבה הליבראלית היתה מאז ומתמיד א-היסטורית. ענינה העיקרי הוא בעתיד, ויש לה נטיה להתעלם מן ההיסטוריה ולפתח עיוורון ליחסי כח.

כמויות גזי החממה שנפלטו בידי הומו סאפיינס קומבוסטאנס מאז ראשית האנתרופוקן גבוהות משמעותית מהכמות שיכולה האטמוספירה להטמיע. יכולת הכיור' של האוקינוס האווירי הגדול, כלומר היכולת של האטמוספירה להטמיע גזי פסולת, היא מוגבלת. לאורך זמן, כשהכמויות האדירות של גזי החממה שנדחסות לאטמוספירה ממשיכות להיות גדולות בהרבה מיכולת ההטמעה שלה, נוצר גרעון. הגרעון גורר עליה תלולה בריכוז גזי החממה, שהוא הסיבה הישירה למשבר האקלים. כל יום בו ממשיכים גזי החממה להידחס לאטמוספירה בקצב הנוכחי מחליש יותר את יכולתה לווסת בהצלחה את מאזן החום העולמי. כיום כבר אין ספק: מאז פרוס האנתרופוקן האטמוספירה מתנהלת בצורה בלתי מקיימת (unsustainable).

* * *

הפגיעה בקיימות האטמוספירה היא תופעה גלובלית שמתרחשת תוך אי שיויון בולט. פליטת גזי חממה היא תוצר לוואי של תהליכים תעשייתיים. התהליכים הללו התחילו במדינות המתועשות העשירות בחצי הכדור הצפוני והביאו בהן לשגשוג אדיר. אבל הנזקים החזויים כתוצאה ממשבר האקלים יפגעו בעיקר במדינות הדרום העניות. חולשתן הכלכלית, התשתיות האזרחיות הרעועות שלהן ויכולות המשילות המוגבלות שמאפיינות את המדינות הלא מפותחות מעמידים בספק את יכולתן להתמודד בהצלחה עם המצב האקלימי הפוסט נורמלי. כשלים בייצור ואספקת מזון, והמתחים הכלכליים והחברתיים שצפויים להתפתח כתוצאה מכשלים שלה עלולים לסכן את היציבות הממשלית ובמקרים מסויימים גם את עצם קיום המדינה כמסגרת פוליטית.

משבר האקלים אם כן מייצג אי-צדק כפול: האחריות להיווצרותו נופלת על המדינות המתועשות, אבל מחיר הסבל יפול במידה רבה על המדינות העניות. אפילו המאמינים המושבעים ביותר ביכולתם של מחקר מדעי ופיתוח טכנולוגי לפתור כל בעיה מבינים כיום שאתגר האקלים הנוכחי דורש יותר מחיזוי מדוייק והמצאות מתוחכמות. הזירה שבה תיפול ההכרעה היא הכלכלה הפוליטית של משבר האקלים.

הסכנות הגלומות במצב האקלימי הפוסט-נורמלי, שעולות כאמור לסבך מדינות עולם שלישי במצבים קשים, לא ייעצרו בגבולות הבינלאומיים. משבר במדינה אחת עלול לזלוג במהירות למדינות שכנות, לשפיע על האזור ובמקרים מסויימים על העולם כולו. רוב המלחמות בעידן המודרני לא ניטשו על משאבי יסוד כמו מים, קרקע או מחצבים. הן נבעו בדרך כלל משאיפות לסולידריות והגדרה עצמית על רקע לאומי, ונועדו לממש את שאיפתם של קבוצות לשלוט בגורלם. משבר האקלים עלול לשנות זאת. עולם צפוף, יבש וחם, עם אספקת מזון ומים שהולכות ונשחקות, עלול ליצור בקהילות מסויימות תחושה שעצם היכולת שלהן להמשיך להתקיים מוטלת בספק. והכרה כזו עלולה לדחוף רבות מהן לפעולה נואשת. אין פלא שכבר לפני עשרים שנה החלו ה-CIA והפנטגון להציג הערכות מצב שהדגישו את הסכנה ליציבות הגיאוגרפית-אסטרטגית לנוכח מתיחות כזו⁵, במיוחד אם תתגלע באזורים בהם קיים גם נשק גרעיני.

מצוקת משאבים אקוטית עלולה גם להפר במהירות את האיזון השביר שמתקיים במדינות רבות בין קבוצות אתנו-טריטוריאליות מתחרות. הטראגדיה של

דארפור, שראשיתה בתהליכי מידבור שהתפתחו בקרן אפריקה מאז שנות השבעים של המאה ה-20, היא דוגמא מצמררת לדינמיקה ההרסנית הזו. בצורת גרמה למצוקה ולרעב. אלה פרמו את מעט האמון שרחש המיעוט הדארפורי לממשל המרכזי במדינה, שנשלט כמובן בידי קבוצת הרוב. הממשל העדיף כמובן את קבוצת הרוב הדומיננטית, ואישר את חששות הדארפורים מקיפוח בתקופת מצוקה אקוטית. בהיעדר אמון בכוונה וביכולת של המדינה לטפל במצוקה באופן שיווני, התפתח מעגל איבה ואלימות שהלך והחריף, ושכלל לא ברור אם הקמת המדינה העצמאית בדרום סודן תתרום לסיומו.

צמצום או הסתגלות?

נהוג לחלק את ההתמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו לשתי איסטרטגיות עיקריות: צמצום (mitigation) והסתגלות (adaptation). השתיים אינן סותרות זו את זו. אבל העדפת אחת על פני רעותה בנקודת זמן מסויימת יכולה לבטא מתחים בין גישות יסוד לאתגר המאפיין.

צמצום מימדי שינוי האקלים וקצבו הוא יעד לטווח הבינוני והארוך. הוא מצריך שינוי מפליג בפרקטיקות הנהוגות בתעשיות האנרגיה, התחבורה, והייצור. המרת ענף ייצור החשמל מתחנות כח ששורפות פחם למקורות אנרגיה אלטרנטיביים המופעלים באנרגית שמש או רוח היא דוגמא ברורה למאמץ צמצום. המרה כזו, בדומה למהלכי צמצום אחרים, דורשת השקעות גדולות במחקר ופיתוח, והטמעה תובעת יכולות ארגוניות ונחישות פוליטית. אין פלא שהצורך לצמצם את משבר האקלים מעסיק בעיקר מדינות מתועשות ותיקות. **הסתגלות**, לעומת זאת, כשמה כן היא: הכנה לקראת תנאים אקלימיים ואקולוגיים אחרים. לדוגמא, מדינה שמבינה שבתוך כמה שנים איזורים חקלאיים מסויימים לא יצלחו עוד גידולים מסויימים, תעשה מאמץ להחליפם בעוד מועד במינים עמידים יותר לחום וליובש.

כושר ההסתגלות של מדינה לתנאי המאפיין גדל ככל שהתשתיות האזרחיות בה מוצקות יותר, ככל שאספקת המזון והמים בתחומה בטוחה יותר וככל שיכולות המשילות שלה מפותחות ויעילות יותר. חולשתן היחסית של מדינות העולם השלישי בתחומים הללו מגביר אצלן את החשש שהמשבר הסביבתי יוביל לשבר כלכלי, להתפוררות פוליטית ולקריסה חברתית. לכן עיקר מעייניהן נתון כיום להסתגלות בטווח המידי. צמצום פליטות, שעל חשיבותו לעתיד העולם בטווח הבינוני והארוך אין עוררין, נראה ערטילאי למי שדאגתו נתונה ליציבות בטווח המידי. סיבה נוספת לרתיעתן של מדינות בלתי מפותחות מצמצום פליטות היא שצמצום דורש בדרך כלל ריסון צמיחה בטווח המידי – מהלך שעבור מדינה שנמצאת כבר היום בתת-פיתוח משמעותו הידרדרות.

גם שיפור ביכולות ההסתגלות מצריך השקעות כספיות בסדרי גודל שנמצאים מעבר להישג היד של 77 המדינות השייכות לגוש המדינות המתפתחות ושל כ 50 המדינות העניות אף יותר השייכות לגוש המדינות הפחות מפותחות. אין פלא אם כן שמרכיב מפתח בדיון שמתנהל כיום בקהילה הבינלאומית על הסכם גלובלי למאבק בשינוי האקלים עוסק בסיוע פיננסי. חבילת סיוע משמעותית שיעניקו המדינות העשירות למדינות העניות היא המפתח ליכולתן של האחרונות לצלוח בשלום את העשורים הקריטיים שעומדים בפתח.

הצורך להסתגל למאפ"ן מעסיק כאמור את המדינות העניות, שרובן נמצאות בחצי הכדור הדרומי, יותר מאשר את המדינות המתועשות הצפוניות. אבל הצורך להסתגל קיים גם בצפון, והוא עלול להוביל למקומות בלתי צפויים. שאלה מרתקת שכרוכה בהכרעות מוסריות מן הסוג שהמין האנושי לא נאלץ להתמודד עימן עד כה, קשורה לשימוש בטכנולוגיות מגיחות (emerging technologies) לשיפור היכולת להתמודד עם התנאים הצפויים במאפ"ן.

פריצות דרך שחלו בעשרים השנה האחרונות בהנדסה גנטית של צמחים ובעלי חיים כבר מאפשרות פיתוח זנים חדשים שיתנו תפוקות חקלאיות טובות בתנאי יובש וחום קשים מאלו הידועים כיום. בקרוב ניתן יהיה אולי לעשות שימוש בהנדסה גנטית של בני אנוש, בננו-רפואה (התערבות רפואית המתבססת על יכולות מיזעור חדשניות) ובממשקי אדם-מכונה (שילוב רכיבים רובוטיים בגוף האדם) לשיפור העמידות הפיזיולוגיות והיכולות הפיזיות של בני אדם. חזון האדם הפיזיולוגי החדש, שגופו תלוי פחות במים ומזון והוא מסוגל לתפקד היטב גם בתנאים של חום ויובש, בתוספת יכולות חיזוי והתערבות רפואיות שיאריכו את תוחלת החיים ואיכותם ושליטה גנטית בתכונות הצאצאים, הוא, בהיבט המחקרי-טכנולוגי, כבר בהישג יד.

אבל מטבע הדברים חזון כזה מעורר שאלות מוסריות, חברתיות ופוליטיות חשובות, שמשקלן עולה במיוחד לקראת ימי משבר. פריצות הדרך הללו, אחרי הכל, לא יעמדו לרשות המין האנושי באפן שיויוני. הן תהיינה זמינות תחילה – והעיתוי בפרוס המאפ"ן עשוי להיות קריטי – לעשירים בלבד. האוכלוסיות החזקות במדינות התעשייתיות המבוססות יקבלו הזדמנות לשמר את המורשת החמרית של הומו סאפיינס קומבוסטאנס - קפיטליזם תעשייתי מואץ המתבסס על שריפה אינטנסיבית של דלק מחצבי – ולהשתמש בטכנולוגיה עלית לביטול תופעות הלוואי שלה. סוכני טכנולוגיות כאלו נוהגים להציגן כפתרונות אוניברסליים שיעניקו מזון, בריאות

ושגשוג לכל. בפועל עלולה הכלכלה הפוליטית של משבר האקלים, בצירוף מאפייני השוק הגלובלי של טכנולוגיות מגיחות, להעמיק את ההדרה במקום לצמצמה. המרכיב הגנטי בחזון העתידני שתיארתי עלול להוביל לתרחיש נוסף, שלמרות היותו לקוח כביכול מספרות המדע הבדיוני, המשמעות שעלולה להיות לו לעתיד המין האנושי מחייבת להתייחס אליו בתשומת לב. כוונתי היא לאפשרות שאוכלוסיות חזקות במדינות העשירות, שישקיעו משאבים רבים בהסתגלות לתנאי המאפ"ן, יובילו התערבות גנטית שתהפוך חלק מן האנושות לתת-מין חדש שהתאמתו לתנאים החדשים טובה כמה מונים מזו של הומו סאפינס סאפינס. אוכלוסיות כאלו, שעתידן יהיה מובטח אפילו בעולם שמתחמם במהירות, תתנגדנה בנחישות למאמצי צמצום שינוי האקלים. היפר-הסתגלות, במלים אחרות, תבטל את הצורך בצמצום. התוצאה תהיה המשך התחממות בלתי מוגבל, וגזירת שמד לאוכלוסיות הומו סאפינס סאפינס שלא זכו לקחת ללכת את כברת הדרך האבולוציונית הנוספת.

ישראל בעידן המאפ"ן

עתידה של ישראל במצב אקלימי פוסט נורמלי הוא מקרה מבחן מעניין. ישראל היא מדינה 'צפונית' ברמתה הכלכלית, בסגנון החיים של מרבית אזרחיה ובכמות פליטת גזי החממה שלה לנפש - בעיקר בגלל רמת מינוע גבוהה ושימוש בזבזני במים ואנרגיה. התשתיות האזרחיות שלה סבירות. יכולת המשילות שלה גבוהה, כולל מורשת מרשימה של גיוס לאומי יעיל במצבי חירום ומצוקה. יש לה רקורד טוב של מחקר ופיתוח ויכולת להפוך רעיונות חדשניים לפתרונות ישימים בזמן קצר. מצד שני, ישראל היא מדינה 'דרומית' מובהקת מבחינה גיאוגרפית ומבחינת חשיפתה לנזקים פוטנציאליים משינוי אקלים. היא ממוקמת בשולי רצועת המדבריות העולמית. כמות המשקעים שהיא מקבלת גבולית. מחזור המים שלה מצוי בגרעון עמוק. היא נאבקת במידבור. יכולת ייצור המזון שלה מוגבלת והיא תלויה בסחר בינלאומי לצורך מוצרי מזון בסיסיים. והיא מוקפת מדינות שפגיעותן לרעב, יובש, ואי יציבות פוליטית גבוהה.

בשל גודלה המצומצם, ולמרות אורח חייה ה'צפוני', ישראל תרמה מעט יחסית להיווצרות הבעיה. שיעור האוכלוסיה שלה מכלל אוכלוסית כדור הארץ – כעשירית אחוז – כמעט זהה לשיעור ה'תרומה' שלה לפליטות גזי החממה לאטמוספירה. ממילא,

האמצעים שבה תנקוט לצמצום פליטות עתידיות לא יהיו גורם מכריע לעתיד העולם. לעומת זאת, לתשומת הלב שישראל תשקיע במאמץ להסתגל לשינויים שיתרחשו בעולם בכלל ובמזרח התיכון בפרט בצל שינוי האקלים, יהיו השלכות מרחיקות לכת מבחינת בטחון לאומי, יציבות גיאו-פוליטית, שיתוף פעולה איזורי ועוד. הצורך במודעות ישראלית כוללת לאיומים הגלומים בשינוי האקלים והדחיפות שיש בארגון מערכי החירום בהתאם ברורים. במקביל כדאי לישראל להשקיע משאבים במחקר חקלאי ובפיתוח טכנולוגיות מים – שני נושאים של ישראל יש בהם מורשת מרשימה, ושפריצות דרך בהם יכולות לתרום הן למאמץ הגלובלי לצמצום פליטות והן להסתגלות.

המחשבה על המאפ"ן איננה מעודדת. אבל הידרדרות לא מבוקרת בכיוון הזה אינה בלתי נמנעת. האלטרנטיבה לעידן האקלים הפוסט נורמלי היא העידן הפוסט-פחמני. ראשית ניתן להתעודד מכך שלרוב האתגרים שמציב משבר האקלים יש פתרונות טכנולוגיים. השינויים הנדרשים בתחנות כח, ברכב ומינוע, בחקלאות ובייצור מזון, בתעשייה כבדה, בניה, ייעור ועוד כבר ידועים וחקורים וברובם ברי ביצוע. יש כבר פתרונות חדשניים שמאפשרים 'לכידה' של גזי חממה ליד מקורות הזיהום הגדולים כמו תחנות כח או מפעלי תעשייה כבדה, והפנייתם מארובות המכוונות אל השמיים אל סעפות שידחסו אותם לאיחסון במעבה האדמה. עיקר החסמים בדרך להפעלת האמצעים הללו, שעשויים להביא צמצום דרמטי של פליטות ולקרוב אותנו לכלכלה נטולת פחמן, הם כאמור פוליטיים. הסרתם תלויה בראש ובראשונה במנהיגים. אלה מהם שיבקשו לקרב את העידן הפוסט-פחמני ייאלצו לשחות נגד הזרם התאגידי, תוך לקיחת סיכונים פוליטיים לא קלים. אבל אם יש משהו שניתן ללמוד מנסיוןן של ציביליזציות שקרסו בגלל משברים סביבתיים, הוא שאין תחליף להנהגה פוליטית שרואה את הנולד, שוקלת שיקולים שמציבים בראש את הקהילה כולה ולא קומץ של מקורבים ובעלי הון, ומבצעת את החזון בנחישות ואומץ.

שנית, חובה עלינו להיזהר מאופטימיזם טכנולוגי – הציפיה המופרכת להמצאה האולטימטיבית שתחלץ את העולם כהרף עין מממצוקה לרווחה גלובלית ותשחרר את הציבור הרחב ואת מנהיגיו מהצורך לקבל החלטות אמיצות ומכאיבות על

שינוי.

שלישית, להסתכלות המפוכחת בבעיה יש לצרף גם אמירה על חשיבות התודעה והתקווה. האתגר הגדול של זמננו הוא הגדלת המרחב שבין הכחשת משבר האקלים, שבה חיינו עד לאחרונה, לבין הייאוש המצמית שמאיים להשתלט עלינו כשאנו מבינים, באיחור גדול, את גודל הצרה שמתרגשת. התחום הזה, שבין ההכחשה לבין הייאוש, הוא זה שמאפשר מרחב לפעולה יצירתית, משותפת, אפקטיבית, שתוביל, אם תבצע ותונהג נכון, להתמודדות מוצלחת עם שינוי אקלים.

הערות

¹ Creutzen and Stoermer 2000

² שינויים (אם כי ודאי קלים יותר) בדפוס השימוש באש קרו גם קודם למהפיכה התעשייתית. עליה דרמטית בקצב כריתת עצים בתקופות בהן התפתחו באיזורים שונים תעשיות המתכות והחרסים שינתה ללא היכר יערות וחבלי ארץ שלמים. במובן זה ניתן לאמר שהמהפכה התעשייתית גאלה את הטבע היער מהאדם והשפעתו השורפנית (אבי פרבולוצקי, תקשורת אישית, 2009).

³ רעיון הפוסט-נורמאליות החל להעסיק את ההיסטוריונים של המדע בתחילת שנות התשעים. המושג 'מדע פוסט-נורמלי' מציין את הכלים החדשים שיהיו נחוצים להתמודד עם מצבים שעשויים להיווצר כתוצאה מחידושים בתחומי הטכנולוגיות המתגבשות (emerging technologies), כולל הנדסה גנטית, ננו-טכנולוגיה, שיפור היכולת האנושית באמצעות ממשקי אדם ומכונה ועוד. להגדרה מוקדמת של 'מדע פוסט-נורמלי' ראו Ravetz 1992 Funtowicz and

⁴ 'העידן החדש' שהתחיל אחרי עידן הקרח האחרון, לפני כעשרת אלפים שנה.

⁵ Schwartz and Randall 2003