

# דילמות זדוניות ואיך הן מסכנות את הסביבה

עליית מפלס פני הים, קיום שמורות טבע בעידן של מחסור במים והמעבר לאנרגיה חלופיות. אלה הן רק חלק מסוגיות סביבתיות, שישראל מתקשה להתמודד עימן בשל מורכבותן. ובכל זאת, אין מנוס מקביעת מדיניות בסוגיות אלה, רצוי בגישה הוליסטית

פרופ' אורן פרז

בעיות סביבתיות הן מה שחוקרים מכנים "דילמות זדוניות", או wicked problems. הזדוניות של בעיות סביבתיות מתבטאת במורכבות הסיבתית שלהן, באינטראקציה המורכבת שבין מערכות אקולוגיות וחברתיות, ובקיפוז של לולאות היוזן חוזר שליליות ונקודות מפנה (tipping points), העלולות לגרום לשינוי חד ובלתי הפיך כמצב המערכת האקולוגית (כגון השתלטות של אצות רעילות על אגם הכנרת).

תכונות אלה מקשות על מדענים ומעצבי מדיניות לחוות במדויק את הדינמיקה של "דילמות זדוניות" ולגבש להן פתרונות מדיניות ראויים. דילמות זדוניות הן מהוות אתגר למקבלי החלטות גם בשל הסיכוי גולריות שלהן - לא ניתן ללמוד מההיסטוריה כדי להתמודד איתן והצורך במציאת פתרונות מיידיים אינו מאפשר לנו להשתמש בשיטה של ניסוי וטעייה כדי לבחור אופציה מיטבית.

## המורכבות הסיבתית של תהליכי המסת הקרחונים

שתי דוגמאות יכולות להמחיש את האתגר המדעי והרגולטורי שברוך בדילמות זדוניות.

משבר האקלים מורכב משורה של תופעות משנה, שבמצטבר עלולות להביא לתוצאות סביבתיות הרסניות. אחת מתופעות אלה היא האפשרות להסתת הקרחונים בגרינלנד ואנטארקטיקה, שעלולה להביא - בתסריט החמור ביותר - לעלייה במפלס פני הים של אחד עד שני מטרים עד 2100, מה שיגרום לקהילות השוכנות ליד החוף נזק קשה ובלתי הפיך. עבור ישראל, עליית פני הים מהווה סיכון אסטרטגי חמור מאחר שחלק ניכר מאוכלוסייתה מתגורר ליד החוף.

למרות הסיכון הרב שתרחיש זה מציב לאנושות, קיים קושי רב לקבוע במדויק את ההסתברות להתרחשותו בשל המורכבות הסיבתית של תהליכי המסת הקרחונים. אחד הגורמים שמשפיעים על קצב ההמסה נוגע לאלבידו של הקרחונים - המידה שבה הם מחזירים את אור השמש. קצב

ההמסה מושפע מלולאת היוזן חוזר שלילית: ככל שהאלבידו פוחת, הקרחונים נמסים מהר יותר, עובדה שמקטינה עוד את האלבידו ומאיצה את קצב ההמסה. גורם נוסף שקשה מאוד להעריך את השפעתו, שרלוונטי בעיקר לקרחונים שנמצאים על היבשה, הוא היווצרותן של מחילות שדרכן זורמים מים לבסיס הקרחון ויוצרים מצע נוזלי, שמאיץ בתורו את קצב החלקת הקרחון לים. קשה מאוד להעריך את ההשפעה של שני תהליכים אלה על קצב ההמסה של הקרחונים.

אי-הוודאות המדעית ביחס לעלייה הצפויה של פני הים כתוצאה משינוי האקלים, מקשה על גורמי תכנון ככל העולם וגם בישראל לגבש אסטרטגיה הערכות אחראית לעליית מפלס פני הים. דוח מבקר המדינה על משבר האקלים שפורסם בשנת 2021, מציין בהקשר זה כי למינהל התכנון אין כיום מפה המראה את נסיגת קו החוף מורחה עם עליית מפלס פני הים ולכן, יש לו קושי לתת המלצות אופרטיביות בנושא תכנון במרחב הימי. לישראל אין, אם כך, שום תוכנית מסודרת להתמודדות עם העלייה הצפויה במפלס.

## אתגר המעבר לאנרגיות חלופיות

האתגר של שינוי אקלים ממחיש פן נוסף של בעיות זדוניות: הרב-תחומיות שלהן. התמודדות עם בעיות סביבתיות זדוניות, מחייבת התמקצעות רב-תחומית שמשתרעת על מכלול רחב של תחומי ידע: מדעי כדור הארץ, אנרגיה וכימיה, אקולוגיה וביולוגיה, רגולציה ומשפט, תכנון עירוני, חינוך סביבתי ופילוסופיה של קיימות, וכן פיתוח יכולת לבצע פרויקטים מחקרניים ומעשיים שנשענים על שיתוף פעולה בין-תחומי.

את הצורך בידע רב-תחומי אפשר להמחיש בבעיה סביבתית נוספת - המעבר לאנרגיות חלופיות. פיתוח של מדיניות אחראית ביחס לאתגר זה מחייב את רשויות המדינה להתמודד במקביל עם שורה של דילמות. ראשית, כדי שישראל תוכל להשתחרר מהתלות בדלק מאובן עליה לפתח גם תשתית רחבה לאנרגיה, שתוכל להיממדת עם תנודות באספקת האנרגיה ממקורות

חלופיים. המדינה צריכה להחליט מהו התמהיל הנכון של טכנולוגיות אנרגיה, שכוללות כטריות, מימן ושאיבה. הדילמה הזו אינה רק טכנולוגית - המדינה צריכה גם לתת מענה למתח שבין הצורך לשמור על שטחים פתוחים ובין הצורך בהקצאת קרקע לטובת הקמת שדות סולאריים ומתקני אנרגיה בהתחשב במצוקת הקרקע של ישראל.

לשיקולים הטכנולוגיים והתכנוניים ניתן להוסיף גם שיקולים של צדק סביבתי. למשל, בהקשר של הקהילות הבדואיות בנגב, שמתקנים סולאריים מוקמים באזורי המגורים שלהן. לבסוף, המעבר לאנרגיות חלופיות יוצר בעיות סביבתיות חדשות, שנוגעות למשל לזיהום שעלול להיווצר כתוצאה מכריית המחצבים הנדרשים לייצור כטריות וכתוצאה מהטמנת כפסולת בסוף חייהן. בעיות אלה מחייבות גיבוש פתרונות מדיניות חדשים. לא ניתן יהיה לגמול את מדינת ישראל או את העולם כולו מהתלות בדלקים מחצביים, ללא חשיבה הוליסטית, שתוכל להתמודד באופן סימולטני עם כל ההיבטים של המעבר לאנרגיות חלופיות.

שאלות סביבתיות אחרות מציבות גם הן דילמות מורכבות. לדוגמה, ההגנה על שמורות הטבע של ישראל בעידן של מחסור הולך וגדל במים,



פרופ' אורן פרז | צילום: אוניברסיטת בר-אילן

shutterstock

מחייבת דיון פילוסופי בשאלת הזכות של הטבע לקבל מים, ניתוח אקולוגי מעמיק של החוסן של המערכות האקולוגיות ועמידותן בתנאי מחסור, חיווי כמות המשקעים בישראל בשנים הבאות ולבסוף התמודדות עם המתח בין שימור של טבע "פראי" מול יערות נטועים ופארקים מלאכותיים שמשמשים לצרכי נופש.

## דור העתיד של אנשי המקצוע הסביבתיים

בית הספר הרב-תחומי לקיימות וסביבה באוניברסיטת בר-אילן מפתח את דור העתיד של אנשי המקצוע הסביבתיים, שיוכלו לתת מענה למורכבות הבין-תחומית המאפיינת בעיות סביבתיות. התוכנית הסביבתית של בית הספר מכשירות את הסטודנטים הלומדים בו לתפקידים מגוונים בשירות הציבורי ובתעשייה הישראלית. התוכנית המוצעות בבית הספר כוללות: תוכנית לתואר שני רגולציה ומדיניות סביבתית, שמכשירה לתפקידי EHS ו-ESG בחברות גדולות, כמו גם לתפקידים סביבתיים בממשלה וברשויות המקומיות; מגמה לתכנון עירוני במסגרת התואר השני בגיאוגרפיה, המכשירה מתכנני ערים בר-שיות המקומיות; תוכנית במדעי כדור הארץ, שמכשירה בוגרים להתמודד עם משבר האקלים; מגמה לאנרגיה וקיימות במחלקה לכימיה, שמכשירה סטודנטים למגוון תפקידים מקצועיים בתעשייה האנרגיה המסורתית והחלופית; מגמה לחינוך סביבתי, שמכשירה בוגרים לעסוק בחיינוך אקלימי וכדרכים לפיתוח אחריות סביבתית בקרב ילדים, נוער ומבוגרים; ומגמה לביולוגיה סביבתית, שמכשירה חוקרים ובוגרים בעלי ידע ייחודי לתעשיית הפודטק, לחברות תרופות ולחברות מחקר בתחומי אקולוגיה, חיות ומחקר ימי. הבוגרים והבוגרות שלנו מצוידיים כארגו הכלים שמכשיר אותם לתפקידי ניהול, פיתוח ויישום של מדיניות סביבתית מתקדמת.

הכותב הוא ראש בית הספר הרב-תחומי לקיימות וסביבה באוניברסיטת בר-אילן