

ראיון: שחר בוקמן
עורך אקולוגיה וסביבה

ציטוט מומלץ

בוקמן ש. 2022. על אקולוגיה של צומח ושינוי אקלים – ראיון עם פרופ' מרסלו שטרנברג. *אקולוגיה וסביבה* 13(4).



פרופ' מרסלו שטרנברג, אקולוג של צמחים העוסק באקולוגיה של שינוי האקלים כבר כמעט 30 שנה

על אקולוגיה של צומח ושינוי אקלים – ראיון עם פרופ' מרסלו שטרנברג

[הפנים של המדע](#)

גיליון חורף 2022 / כרך 13(4)

27 בפברואר, 2023

פרופ' מרסלו שטרנברג הוא חבר סגל בבית הספר למדעי הצמח ואבטחת מזון באוניברסיטת תל אביב. הוא שימש יו"ר האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה בשנים 2010–2012.

מרסלו, אתחיל במעין גילוי נאות לקוראים: אנחנו מכירים כבר די הרבה שנים. למעשה, היית שותף בתהליך ההקמה של *אקולוגיה וסביבה* בשנת 2009. מה קיווית שכתב העת ישיג?

נכון. הייתי מעורב בהקמה כחבר הנהלת האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. זו הייתה היוזמה הראשונה של האגודה, בתקופה "החדשה" שלה, אחרי שהיא יצאה מהתבנית של ארגון כנסים למדענים בלבד. רצינו להיות מעורבים בתהליכי קבלת החלטות בנושאים סביבתיים, ושהם יהיו מבוססי מדע, וכן להנגיש ידע מדעי סביבתי למקבלי החלטות ולקהל הרחב בשפה העברית וברמה גבוהה. הייתי חלק מצוות מצומצם של אנשים עם מוטיבציה מאוד גדולה לעשות שינוי בזירה הסביבתית בישראל.

בהמשך, בתחילת תקופת כהונתי כיו"ר האגודה, הקמנו את [ממשק](#) (תוכנית ליישום מדע בממשל – ש"ב), כדי לשפר בצורה משמעותית את האיכות של האנשים במגזר הציבורי, אחרי שראינו את הנזק שנגרם מכך שאנשים ללא רקע מתאים וללא יכולת מקצועית בתחום של אקולוגיה ומדעי הסביבה נכנסו למלא תפקידים, למשל במשרד להגנת הסביבה של אותם ימים.

יילו היו נותנים לך משאלה אחת בתחום הסביבתי בישראל, מה היית רוצה שיקרה מחר בבוקר?

לדעתי יש צורך דחוף במינוי פרויקטור למשבר האקלים האקולוגי, כפי שנעשה במקרה של משבר הקורונה. חשוב לי להדגיש, שאומנם לקהל הרחב קל יותר להבין את נושא האקלים, אבל חשוב לא לעסוק במשבר האקלים בלבד, כי יש אינטראקציות בין מערכות האקלים לבין המערכות האקולוגיות. לכן דרושים איש או אישה עם רקע אקדמי מובהק, שיבינו את המורכבות של משבר האקלים האקולוגי. הנושא לא צריך להיות באחריות משרד ממשלתי מסוים. דרוש טיפול רב-משרדי, שינוהל מתוך

משרד ראש הממשלה, עם תקציבים ייעודיים. צריך לקחת דוגמה מארה"ב, שם מינה הנשיא יועץ אקלים הפועל מתוך הבית הלבן.

לצער, המחויבות של ממשלת ישראל להפחתת פליטות נמצאת כיום בעיקר על הנייר, במקרה הטוב. אלה שיצאו בהצהרות על יעדי הפחתה לאומיים כבר לא נמצאים בתפקיד. פוליטיקאים יכולים להבטיח הבטחות, אבל מי שנדרש אחר כך לעשות את העבודה הם האנשים שעובדים במשרדי הממשלה.

גם הממשלה הנוכחית לא צועדת בכיוון הנכון. זה בא לידי ביטוי בתהליך קבלת ההחלטות בנושא הסרת המיסוי על משקאות ממותקים על אף הידע המדעי על השפעת צריכת שתייה ממותקת על תחלואה בסכרת. מגמה דומה רואים בהסרת המיסוי על כלים חד-פעמיים. אני לא מבין מה הקושי בלשטוף את הכלים אחרי הארוחה. כלים חד-פעמיים הם לא עניין של נוחיות. הם פרס על עצלנות.



נצה לחיים מפרופ' שטרנברג: "לחשוב בגדול ולחלום. כשמתמידים, חלומות מתגשמים"

אתה מדבר על עשייה, או בעצם אי-עשייה, ממשלתית, אבל אנחנו יושבים עכשיו באוניברסיטת תל אביב, ואתה מוביל מהלך נרחב לאיפוס פליטות גזי החממה של האוניברסיטה. איך אתם מתכננים לעמוד ביעד השאפתני הזה?

אוניברסיטה היא מוסד להשכלה גבוהה, הממומן גם בכספי ציבור, ולכן התפקיד שלנו הוא קודם כל ליצור ידע, להכשיר אנשים באמצעות ידע ולהוות דוגמה לחברה. אנחנו האוניברסיטה הראשונה בארץ שהתחילה בתהליך שכזה, והצבנו לעצמנו אתגר לשמש מודל לאוניברסיטאות אחרות ולמוסדות אחרים, שבהתאם למחויבות הממשלתית צריכים לשאוף לאיפוס פליטות עד 2050. התוכנית שלנו היא לא רק להקטין את מדריך הפחמן שלנו, אלא את המדריך האקולוגי הכולל של האוניברסיטה. למרות זאת, אנחנו שמים דגש על התוכנית לניטרליות פחמנית, בגלל שהיכולת לכמת פליטות פחמן מספקת כלי השוואתי מצוין – ניתן למדוד איפה אנחנו עומדים כיום, איפה אנחנו יכולים לשנות ובכמה, וכך לכמת את ההשפעה שלנו. למשל, כדי לדעת כמה אנחנו פולטים כיום ומה המקורות של אותן פליטות ערכנו מיפוי פליטות בתוך האוניברסיטה. מצאנו שצריכה ישירה של אנרגיה אחראית ל-8% מהפליטות של האוניברסיטה, אך משמעותיות הרבה יותר מזה הן הפליטות הנוצרות מייצור האנרגיה על-ידי ספק האנרגיה. כלומר, כמה גזי חממה חברת החשמל פולטת במהלך ייצור קילוואט חשמל שהאוניברסיטה צורכת. מדובר ב-42% החלק השלישי של הפליטות, כ-50%, הן כל הפליטות העקיפות שהאוניברסיטה גורמת להן – למשל, בבנייה חדשה, בצריכת מזון בקפיטריות, ברכש, ביוממות ובטיסות.

חישובי 'ניתוח מחזור חיים' תמיד נשמעים לי כמו דבר שאין לו סוף. אתה פונה לחשב דבר אחד, ומבין שהחישוב שלו מצריך כמה חישובים אחרים... מה תעשו עם הידע שצברתם במיפוי?

אנחנו בונים תוכנית עבודה להפחתה משמעותית של שלושת מקורות הפליטה הגדולים ביותר – אנרגיה, פסולת ותחבורה – האחרים לכ-75% מהפליטות שלנו. כיום האוניברסיטה רוכשת חשמל המיוצר מגז טבעי בתחנות הכוח בדליה. בעוד שנתיים יפוג תוקפו של החוזה, ולמכרז לחוזה החדש לאספקת אנרגיה לאוניברסיטה יוכלו לגשת רק חברות המייצרות אנרגיה ממקורות מתחדשים, שיתחייבו לבניית שדה חדש ייעודי לאוניברסיטה. כך, בצעד אחד, נפחית בצורה דרמטית את הפליטות. אנחנו מתכננים להציב פאנלים סולאריים על כל הגגות באוניברסיטה ומעל החניות, וכן לבנות סוללות מיוחדות שיתנו לנו יכולת אגירה. הצבת פאנלים על כל אותם שטחים תביא לייצור עצמי של כ-10% מסך צריכת האנרגיה של האוניברסיטה. נשים דגש על התייעלות תרמית של הבניינים וייעול השימוש באנרגיה בהם, ובכלל על הפיכתם למקיימים יותר, למשל בתחום השימוש במים.

לא תטוסו יותר לכנסים בחו"ל?

טיסות של אנשי סגל לחו"ל גורמות לפחות מ-3% מהפליטות של האוניברסיטה, אבל אנחנו צריכים לשמש דוגמה. לכן, קודם כול, צריך לטוס רק כשזה הכרחי. נוסף על כך, בכוונתנו להקים קרן לקיזוז פחמני של טיסות. אנשי סגל שיטוסו יצטרכו לשלם לקרן, והאוניברסיטה תשקיע את כספי הקרן במיזמים של הפחתת פליטות בתוך הקמפוס.



המקום שהוא כמעט ביתו השני של פרופ' מרסלו שטרנברג – תחנת המחקר שהקים בהרי יהודה. בתחנה הוא מבצע מניפולציות אקלימיות בתנאי שדה | צילום: Claus Holzapfel

דיברנו על חו"ל, ואני רוצה לנצל את זה לעשות מעבר חד ולשאול אותך על קורדובה, ארגנטינה, שם גדלת. מה היה שם בילדות שלך שהוביל אותך דווקא ללימודי ביולוגיה?

לאבא שלי היה שותף שהיה משוגע על דיג וצידי. מגיל צעיר הייתי יוצא איתם לסופי שבוע בטבע, שכללו דיג בנחלים ובאגמים מרוחקים ושינה בחוץ בתנאי שדה. זה לא היה דבר מקובל בקרב החברים שלי, שהיו עירוניים כמוני. ראיתי ציד והבנתי מה שנגרם ממנו וכן מניהול שגוי של משאבי טבע. אומנם תמיד התעניינתי בנושאים של טבע, אבל הלכתי ללמוד ביולוגיה באוניברסיטה של קורדובה במטרה לעסוק בהנדסה גנטית. זו הייתה התקופה של סיום הדיקטטורה הצבאית בארגנטינה, ופעילות סטודנטיואלית הייתה אסורה. התחברתי לקבוצה של סטודנטים שהיו עושים סיורים ללמוד על בעיות סביבתיות באזור קורדובה, ובמקביל, במסווה של פעילות סביבתית, עסקו גם בפעילות פוליטית. שם נחשפתי לתחום האקולוגי ולבעיות סביבתיות, וזה מה שגרם לי להמשיך בתחום האקולוגי. המורכבות של הסוגיות הסביבתיות משכה אותי לנסות להבין איך המערכות האקולוגיות מתפקדות, איך המנגנונים הטבעיים עובדים ברמת המאקרו, ומהם הגורמים המגבילים של המערכת.

כצעיר, שהיה פעיל כחניך וכמדריך בתנועת הנוער הציונית 'החלוץ למרחב', החלטתי לעשות תואר ואז לעלות לישראל. הגעתי לאוניברסיטה העברית בגלל שהמנחה שלי בארגנטינה הכיר את מי שאחר כך הפך להיות המנחה שלי בדוקטורט – פרופ' עמנואל נוי-מאיר (ז"ל) שחיבר אותי לפן האקולוגי. המנחה הנוסף היה פרופ' אבינועם דנין (ז"ל), שהכניס אותי לעולם הצומח.

הדוקטורט שלי עסק בבחינה של השפעת הנוהג של קק"ל להשתמש בקוטלי עשבים לפני נטיעת יערות. באותה תקופה היה מאבק של רשות שמורות הטבע כנגד נוהג זה, בטענה שהוא גורם 'למדבר בצל אורנים'. המחקר שלי הראה שאכן בהתחלה יש הפחתה מאוד גדולה של צומח עשבוני חד-שנתי, אבל שללא הדברה תמות העצים החדשים גבוהה מאוד. המחקר הביא לפשרה, שסגרה את אותו ויכוח ארוך-שנים בין קק"ל לרשות שמורות הטבע.

ד. כה דיברת בעיקר על אקולוגיה של צמחים ועל שינוי אקלים. איך שני התחומים הללו מתחברים אצלך?

בהכשרתי אני אקולוג של צמחים, אך כבר כמעט 30 שנה אני מתעסק באקולוגיה של שינוי האקלים. בפוסט-דוקטורט, שעשיתי באימפריאל קולג' שבאנגליה, הייתי מעורב באחד מהניסויים הראשונים שכללו מניפולציות אקלימיות בתנאי שדה באנגליה. המפל אקלימי, בין שתי תחנות המחקר, באוקספורד ובשפילד, היה מצומצם יחסית, אך שם נחשפתי לעבודה ניסויית בתנאי שדה. רציתי לעשות משהו דומה אצלנו, הרי אצלנו יש מפל אקלימי הרבה יותר חד, על פני מרחקים קצרים יותר. זכיתי במימון ממשרד המדע הגרמני ובשיתוף פעולה של משרד המדע הישראלי למחקר GLOWA – GLObal נהר הירדן (GLOWA – GLObal change and WAter cycle – ש"ב) שהניח תשתיות למחקר ישראלי רב-תחומי בנושא של שינוי אקלים. המחקר, שיצא לדרך לפני כ-20 שנה, נעשה כשיתוף פעולה אזורי במעורבות פלסטינים, ירדנים, ישראלים וגרמנים. הקמתי תחנות מחקר, וערכתי בהן מניפולציות של גשם כדי ללמוד איך מערכות הטבע שלנו יגיבו לתרחישים שונים של שינוי האקלים – בין אם עלייה במשקעים או ירידה.

מה לבדוק כיצד מערכות הטבע יגיבו לתוספת גשם, כאשר באזורנו צפויה הפחתה של המשקעים?

כיום אנחנו יודעים שהצפי הוא לירידה, אבל ב-1999, כשכתבתי את הצעת המחקר, זה לא היה ברור. הצפי באותה תקופה היה לעלייה עולמית בכמות הגשם בשל ההתחממות האוקיינוסים, אבל היה ויכוח מדעי אם באזורנו נחווה את אותה עלייה או שמא יירדה. לכן הפרויקט בדק השפעות של תוספת גשם וגם של הפחתה.

ול לי לדמיין איך עושים מניפולציה של תוספת גשם, למשל בעזרת המטרה. איך עושים מניפולציה של יובש?

בנינו 'סככות צל גשם' ובעזרתן הפחתנו את כמות הגשם. הסככות נבנו מתעלות פלסטיק שקופות, ברוחב 20 ס"מ, שחיפו 30% משטח חלקות הניסוי, וכך הפחתנו את כמות המשקעים בכל אירוע גשם ב-30%. בחנתי כיצד המערכת האקולוגית מגיבה לתקופה של עלייה בגשם או הפחתה של גשם (בצורת) בעזרת חיישני טמפרטורה ולחות בקרקע, מעקב אחר שינויים במאזן הנוטריינטים בקרקע, בהרכב הצומח, במגוון המינים ובייצור ביומסה צמחית. ב-15 השנים הראשונות של המחקר הופתעתי לראות שאין כלל שינויים במערכת, לא בעקבות הפחתה בגשם ולא בעקבות תוספת שלו. הבנתי שמכיוון שתוספת או הפחתה של 30% הן בטווח השונות הטבעיות של גשמים באזורנו, הייתה זו נאיביות מצידי לחשוב שהמערכת האקולוגית, שעברה תהליך אבולוציוני בן אלפי שנים שכלל תנדודיות מסוימת, תגיב תוך פרק זמן קצר יחסית.

חישבתי את צעדיי מחדש, ומכיוון שהתרחישים העתידיים צופים עלייה בשכיחות אירועי קיצון, החלטתי לבחון השפעה של בצורת קיצונית וממושכת. רציתי לבחון מה הסף הסביבתי (ecological threshold) של המערכת האקולוגית. כלומר, כיצד ותוך כמה זמן אני יכול להביא את המערכת האקולוגית לשנות את מצבה למשהו אחר לגמרי. לשם כך, בניתי סככות צל גשם חדשות, ובהן מנענו באופן מוחלט מהגשם להגיע לקרקע, אך המטרנו "גשם" בכמות פחותה ב-66% מהמשקעים הטבעיים, ונוסף על כך, שינינו את תפוסת הגשם כדי לחקות את השינוי הצפוי בתפוסת הגשמים באזורנו.

וצאת מהו הסף הסביבתי של הצומח בישראל? כמה שנות בצורת יכריעו את המערכות האקולוגיות שלנו?

הפרויקט החל לפני חמש שנים. בשלוש השנים הראשונות לא ראינו שינויים מובהקים סטטיסטית. מהשנה הרביעית התחלנו לראות הבדלים משמעותיים מבחינת ההרכב הצומח ומאזן הנוטריינטים בקרקע. נראה שלמערכת יש עמידות לתנאים קיצוניים של בצורת, אבל רצף של אירועים קיצוניים הוא אירוע שהמערכת פחות מכירה. כבר כיום אנחנו רואים הבדלים מובהקים במגוון המינים בין הטיפולים השונים.

אתה מעריך שבועוד 50 שנים יהיה פה צומח אחר ממה שאנחנו מכירים כיום?

התרחיש של הכחדת מינים אינו בהכרח התרחיש היחיד. ייתכן שנראה שעצי האורן שניטעו על-ידינו פחות מתאימים. לגבי שאר המעוצים (עצים ושיחים – ש"ב) אני מעריך שהשינויים יהיו איטיים יותר, וגם אם יהיה קושי בהתחדשות שלהם, פחות נראה אותו בשטח. בקרב הצומח החד-שנתי נראה שינויים מהירים יותר. לחלק מהמינים החד-שנתיים יש מאגר גנטי הכולל גנים שמתאימים לתנאים יובשניים יותר, והם יבואו לידי ביטוי בשכיחות גבוהה יותר ויאפשרו עמידות של אותם מינים לתנאים יובשניים. אלה שאין להם גנים מתאימים, עלולים להיכחד. בתרחיש של בצורת ממושכת אנחנו גם צפויים לראות שמינים מדבריים יגיעו צפונה יותר.

אם נקבע לשוחח שוב בעוד כ-15 שנים, מה להערכתך ישתנה במציאות הסביבתית? ואיפה אתה תהיה?

נהיה מדינה הרבה יותר צפופה, עם יותר מדי אנשים, עם פחות טבע, ועם תנאי אקלים קשים יותר. אני אומנם כבר אהיה בפנסיה, אבל אני מקווה שאהיה בחזית המאבקים הסביבתיים שיאפשרו המשך תפקוד של מערכות הטבע בארץ. אומנם אני מקווה שלא יהיה צורך במאבקים, אבל כשאני רואה את מגמות השינויים, אני מבין שהדברים הללו רק יחמירו. אני מקווה שיהיו לנו מנהיגים שיבינו את החשיבות של שמירת מערכות הטבע ושל פיתוח בר-קיימא אמיתי.

הלוואי.

ניסיתי להיות אופטימי, אבל זה כנראה לא יקרה. האינטרסים הכלכליים מובילים כל כך חזק כנגד הכיוון הרצוי. צריך לא להרים ידיים, אלא לשאוף לזה בהתמדה. כמו שאריה דרעי אמר "יסגרו לנו את הדלת, ניכנס דרך החלון. אם יסגרו את החלון, נפרוץ את התקרה", כך אנחנו צריכים להיכנס לכל מקום כדי לשכנע שמה שאנחנו עושים הוא טוב לכולם. הציבור הרחב רק ירוויח משמירת איכותם של מערכות הטבע, המערכות החקלאיות, האוויר שאנחנו נושמים והמים שאנחנו שותים, ומכל פעילות סביבתית אחרת שאנחנו עושים.

שאלון מהיר

איפה בטבע אתה מרגיש בבית?

תחנת המחקר שלי בַּמטע, עם הנוף של הטרסות של הרי יהודה והחורש הים תיכוני הנמוך.

משהו שיפתיע את הקוראים לדעת עליך?

אני בא ממשפחה ארגוניאית של מגדלי בקר. בארגונינה בשר זה חלק מהתרבות. אם בישראל נפגשים לשתות קפה, אז בארגונינה הולכים לאכול אסדו. למרות זאת, לפני כמה שנים, כשהבנתי את המִדְרָךְ של תעשיית הבקר, נעשיתי צמחוני.

איזה עצה היית נותן לאקולוגים בראשית דרכם?

לחשוב בגדול ולחלום. להיות חדור מטרה ולא לפחד. כשמתמידים, חלומות מתגשמים. אנחנו צריכים עוד הרבה אקולוגים צעירים, עוד הרבה אנשים שחולמים ורוצים עתיד טוב יותר לכולנו.