

הפנים של המדע



פרופ' משה שחק: "מי שחוקר תהליכים ארוכי־טווח חייב לחיות חיים ארוכים" | צילום: רקפת אלקרט

מיניי. אני עדיין ממשיך לעבוד קצת, עם מכון ויצמן ועם הפקולטה לחקלאות. אני נהנה מהאפשרות להמשיך להיות חוקר פעיל. אני מרוצה מכך שהחלק העליון בגופי עדיין פועל היטב. הגעתי עד הלום כי מי שחוקר תהליכים ארוכי־טווח חייב לחיות חיים ארוכים.

מה משך אותך להקדיש את חיך לחקר המערכות האקולוגיות היובשניות של המדבר?

בהתחלה הוביל אותי הרצון לנסות להבין את המערכת האקולוגית המדברית, ובהמשך השאיפה להבין את ההשלכות שלה על שמירת טבע, על העולם הגדול ועל שינוי האקלים. כשהגעתי לשדה בוקר הסתובבתי הרבה בסביבה, והוטרדתי מהשאלה איך יש במדבר חיים כל כך מעניינים על אף הכמות הזעירה של המים. החיים הרי נוצרו בים, וממנו הם פלשו ליבשה, והגיעו למדבר – שהוא המקום השונה ביותר מהים. איך המערכת הזאת שורדת? בשעתו קראתי את הספר 'מוצא המינים', ודרווין טען בו שבאזורים צחיחים היצורים הביולוגיים 'נלחמים' כנגד האלמנטים האביוטיים בלבד. באותן שנים המחקר האקולוגי בארץ עסק בהסתגלות בעלי חיים למדבר. אבל מתוך ההתבוננות שלי עלתה בי המחשבה שיתכן שבעלי החיים והצמחים לא רק מסתגלים למדבר, אלא גם משנים אותו. כלומר, שהמדבר מעוצב על־ידי יצורים חיים לא פחות מאשר על־ידי גורמי הסביבה. אני חושב שזה השינוי הגדול שהכנסתי בהשקפה על אזורים צחיחים, וגישת התקבלה בעולם.

אקולוג או מהנדס סביבה? ריאיון עם פרופ' משה שחק לרגל זכייתו בפרס מפעל חיים מטעם האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

ריאיון: שחר בוקמן

לפרופ' משה שחק (88), פרופ' אמריטוס לאקולוגיה מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב, תרומה ייחודית לעיצוב תחום האקולוגיה בישראל. פרופ' שחק זכה בפרס מפעל חיים מטעם האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה על "מחקר פורץ דרך בקנה מידה בין־לאומי בנושא מינים מהנדסי סביבה ומערכות אקולוגיות מדבריות; על הקמת רשת תחנות למחקר אקולוגי ארוך־טווח; על תרומה חלוצית לחינוך הסביבתי בישראל וליחידה לאקולוגיה במכונים לחקר המדבר שבאוניברסיטת בן־גוריון בנגב; ועל ההשראה לדורות רבים של חוקרים ואנשי שמירת טבע"

פרופ' משה שחק, ברכות על הזכייה בפרס מפעל חיים מטעם האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשנת 2024.

תודה רבה. למזלי, לאורך השנים הארוכות עבדתי עם המון חוקרים מצוינים, ולהם מגיע הפרס לא פחות ממני. אני בעיקר מרוצה מכך שבגילי אני עדיין יכול לקדם את האקולוגיה של ארץ ישראל. אומרים שיש בני אדם שמושכים בעול, ויש אלה שהעול מושך אותם. בגילי אני מרגיש באיזון הנכון בין השניים.

משה, זה מורכב לראיין אדם על קריירה מחקרית ענפה בת יותר משישה עשורים. ובכל זאת, בבקשה תספר בקצרה, איך הגעת עד הלום?

אני הילד השני שנולד בבית החולים בילינסון, ונקראתי על שמו של משה בילינסון עצמו, כי נולדתי בדיוק כשהוא נפטר. גדלתי בהרצליה. את נעוריי ביליתי בבית הספר התיכון של קיבוץ כפר מסריק. הייתי בוגר התיכון הראשון בקיבוץ שנעשה למורה באותו בית ספר. לימדתי 'ריאליסטיקה', כלומר מקצועות על הסקלה שבין מתמטיקה וביולוגיה. למדתי לתואר ראשון בפקולטה לחקלאות, ואחר כך קיבלתי מלגה ללימודי תואר שני באוניברסיטת בראון בארה"ב. כשחזרנו ארצה ב־1969 החלטנו לא להישאר בקיבוץ, אלא לעבור למדרשת שדה בוקר. כמתחייב מהשם שלי, משה, שהייתי 40 שנים במדבר, אבל בניגוד אליו, אני זכיתי להגיע לארץ הקודש. כיום אני גר ברחובות, שם מתגוררים שתיים מבנותיי, שניים מנכדיי וארבעה



איך ניתן להבין לעומק תהליך מורכב, המתמשך מאות שנים, כאשר מחקרים אקולוגיים נמשכים לרוב כשנתיים?

זו בעיה. כדי להבין היטב מערכת אקולוגית מורכבת צריך לחקור אותה 30–40 שנה ברציפות. כדי להציב את הלבנה הבאה בבניין הידע – מחקרים אקולוגיים של מערכות מורכבות צריכים להיעשות באותו מקום פיזי שבוצעו בו המחקרים בעבר. לכן, אחד הדברים שאני הכי גאה בהם הוא שהבאתי לארץ את התשתית לתחנות מחקר אקולוגי ארוך-טווח. אחרי שהייתי מעורב בתהליך הקמת תחנה שכזו בניו מקסיקו, החלטתי לייבא את הרעיון לארץ. יחד עם הקרן הקיימת ייסדנו את התחנה הראשונה למחקר אקולוגי ארוך-טווח, שפועלת זה 30 שנים בפארק סיררת שקד (שליד קיבוץ חצרים – ש"ב), וכיום ישנן 13 תחנות בכל רחבי ישראל.

בשנים הראשונות לפעולת התחנה בפארק סיררת שקד פותחה ההבנה שתיארת קודם, שהנוף מעוצב על-ידי מהנדסי הסביבה. לאחר כ-15 שנות פעילות של התחנה החל רצף של שנות בצורת, בדומה אגב לצפי לשינוי המשקעים באזור המדברי בשל שינוי האקלים. ראינו איך ללא גשם ישיר ותוספת נגר המערכת האקולוגית המדברית קורסת. לאחר הקריסה, שמקומית יכולה גם להיגרם בשל כריתת שיח, יכול לנבט שיח חדש במקום זה שמת. אדם מן השורה יחשוב שהמערכת השתקמה, אבל למעשה היא לא השתקמה, כי לשיח עדיין אין מבלע שיבלע לו נגר בכמות מספקת לגדילה. התפתחות מבלע לוקחת הרבה הרבה זמן.

תאוריות אקולוגיות המסבירות קיום חיים בסביבות קיצוניות יכולות לתרום לשמירת טבע?

בוודאי, הן חשובות מאוד לשמירת טבע. בנינו תאוריה הטוענת שכיום, בתקופת האנתרופוקן, כל המערכות האקולוגיות בעולם בנויות באחת משתי דרכים: ארגון עצמי (self-organization) או ארגון המוכתב על-ידי האדם (imposed). ארגון עצמי זה למשל כשמציבים גדר סביב שטח, מכריזים עליו כשמורת טבע, ונותנים לטבע להתארגן בעצמו ולהשתנות בעצמו לאורך הזמן. ארגון מוכתב הוא מצב שהאדם מכתוב תנאים מסוימים למערכת האקולוגית, למשל גידול צאן שרועה בשטח. שאלנו מה קורה כשהאדם מכתוב יותר מדי תנאים למערכת האקולוגית, וגילינו שזה גורם להתדרדרות המערכת – כלומר למדבור. לכן, הנחנו שבגלל ההשפעה הגדולה של האדם על הנגב המערכת המוכרת לנו כיום נגב היא ממודברת. כדי להבין מהי מערכת ממודברת, יצאנו מתוך הנחה שאם נבין את התהליכים המתרחשים בה כיום, נוכל לשחזר תהליכי עבר וגם להציע תהליכים לשימור או לשיקום בעתיד. לשם כך עבדתי עם פרופ' אהוד מירון על מודלים של יצירת תבניות צומח. בחנו אם התבנית המוכרת לנו כיום היא תבנית שהטבע מסוגל ליצור. לא אאריך, אבל בסיכומי של דבר התברר שלא. כלומר, הטבע בנגב אינו טבעי, אלא הוא מערכת שעוצבה על-ידי האדם לאורך אלפי השנים האחרונות,

כשמעמתי על זכיינתך בפרס מפעל חיים, הדבר ראשון שעלה לראשי הוא המושג 'מינים מהנדסי סביבה'. התאוריה האקולוגית שפיתחת קיבלה מקום של כבוד בקהילה המדעית, בספרי הלימוד ואף ברשימת 50 המאמרים החשובים ביותר שבחרה האגודה האקולוגית האמריקאית. עם זאת, אם יורשה לי, על פניו זו תאוריה טריוויאלית. כל מי שמתבונן בטבע רואה, למשל, שנמלי קציר מעצבות את פני הקרקע, ובכך בעלי החיים הללו ואחרים משנים את סביבתם. תוכל לעזור לי לגשר על הסתירה לכאורה הזו?

נכון שגם לפני פיתוח המושג 'מהנדסי סביבה' ידעו שבעלי חיים וצמחים מעצבים את סביבתם, אבל עסקו בעיקר באופן שיצורים מסתגלים לסביבתם, ואילו אנחנו תרגמנו את התופעה לפרדיגמה מדעית. יחד עם שותפיי למחקר פיתחנו תאוריה המכמתת את התופעה ומשלבת אותה בפרדיגמה הגדולה של האקולוגיה. אגלה לך שכאשר הצענו את המונח 'אורגניזמים כמהנדסי סביבה', היינו בטוחים שלא יקבלו את המאמר. הצמח או האיזופוד הוא מהנדס! המאמר פרץ דרך בכך שהוא נתן לחוקרים כלי מחקרי והרחיב את גבולות המארג האקולוגי.

תוכל לתת דוגמה לתועלת שהביא הכלי שיצרתם להבנת מערכת אקולוגית?

בוודאי. למשל, בהרבה מאמרים העוסקים בשיקום אקולוגי כותבים שהשלב הראשון בשיקום הוא להכניס למערכת האקולוגית את מהנדס הסביבה, כדי שיוביל את השיקום. לפני כמה זמן התפרסם מאמר שהרחיק לכת, וטען שאם אתה לא מבין את מהנדסי הסביבה, אתה לא מבין את המערכת האקולוגית. אני חושב שזה נכון, אבל את זה יכול לכתוב רק זר. אני הייתי צנוע יותר.

את הדוגמה הטובה ביותר לאופן שהמושג 'מהנדסי סביבה' משנה את התפיסה על אודות המערכת האקולוגית ניתן לראות בנגב. קרקע היא הבסיס לכל מערכת אקולוגית יבשתית. ללא קרקע אין שום דבר פרט לשממה, אבל בנגב כמות המים אינה מספקת כדי ליצור קרקע. התברר שהקרקע הקיימת בנגב נוצרת על-ידי שני מהנדסי סביבה לא צפויים: ציאנובקטריות ושבוללים אוכלי סלע. בנגב שוקע אבק על סלעים. מילימטר כל פעם. בא גשם ושוטף אותו. הציאנובקטריות מדביקות את חלקיקי הקרקע יחד ויוצרות קרומי קרקע, המונעים את סחיפת הקרקע. השבוללים אוכלי הסלע ניזונים מחזיזות אנדוליטיות שבתוך הסלעים. כדי לאכול הם חופרים בסלעים, ממיסים אותם וכך יוצרים קרקע. אך פה לא נגמר הסיפור – יש קרקע, אבל צריכים לגדול עליה צמחים. מהנדס הסביבה השלישי, הדורבן, חופר בור למחייטו. בבור נבלע נגר, ובתוך הבור הזה יכול לנבט שיח. השיח יוצר סביבו תלולית. כך, לאורך תהליך ממושך של כ-300 שנה, נוצרים יחסי מקור-מבלע בין הנגר והמערכת שהנגר נבלע בה. בהמשך הגענו להבנה שכל המערכות האקולוגיות בארץ מחולקות למערכות תלויות גשם, תלויות נגר ותלויות שיטפונות – ובכולן תפקיד חשוב למהנדסי הסביבה.





נטיעות בסביבות פארק סיירת שקד. בפארק זה הקים פרופ' שחק את התחנה הראשונה בישראל למחקר אקולוגי ארוך-טווח | צילום: יואב דביר, קק"ל

ששמירת טבע בארץ התבססה בעיקר על אקולוגיה של אוכלוסיות. ראו בעלי חיים יפים ונוף יפה, ורצו לשמור עליהם. אך בינתיים האקולוגיה התפתחה לאקולוגיה של חברות, של מערכות ושל נוף. לדעתי, החלטות בנושאי שמירת טבע צריכות להתבסס גם על ההבנה של המבנה ושל התפקוד של מערכות אקולוגיות ושל נופים. לפעמים היצורים הקטנים ביותר בתוך הקרקע הם החשובים ביותר. לצערי, בארץ, חוץ מבתחנות המחקר ארוכות-הטווח ובמארג, עוד לא חל שינוי בגישה.

מהניסיון שצברתי לאורך שנים רבות שבמהלכן עקבתי אחר המתרחש באגן היקוות שלם, בפארק סיירת שקד, אני משוכנע שכדי לענות על הבעיות האקולוגיות המרכזיות בתחומים כגון שמירת טבע, שינויים בשימושי קרקע ושינוי האקלים, יחידת הבסיס המחקרית צריכה להיות לכל הפחות אגן היקוות. להערכתי דרושה פרדיגמה רחבה יותר כדי להתמודד בצורה רצינית עם הבעיות, בייחוד בישראל ששלמת הבטון והמלט הולכת ומכסה אותה, ושלמעשה כל שמורות הטבע בה הן בבחינת כתמים בנוף.

בראייה אגנית, איך שינוי האקלים ישפיע על המערכות האקולוגיות בישראל?

שינוי האקלים יהפוך את המערכות תלויות הגשם למערכות תלויות נגר ואת המערכות תלויות הנגר למערכות תלויות שיטפונות. למשל, כל שמירת הטבע בצפון תצטרך להשתנות, אם המערכות בצפון שכיום הן תלויות גשם, ישתנו למערכות תלויות נגר שהן מערכות שונות לחלוטין. מינים מסוימים עלולים להיעלם, ואם רוצים לשמר אותם, צריך להתחיל לחשוב על ממשק של יחסי מקור-מבלע.

כאחד מזקני השבט, מה המסר שהיית רוצה להעביר לקהילת חוקרות חוקרי האקולוגיה והסביבה בישראל?

חשוב לי שבינו שכיום למעשה כל השטחים הפתוחים, כולל השטח העירוני, הם מערכות סוציו-אקולוגיות. ולכן תמיד צריך לשקול עד כמה אתה רוצה לכפות עליהם שינויים, בצורה טובה ולפי חוקי הטבע, כמה אתה רוצה לתת לטבע להתארגן בעצמו, ואיך עושים את זה תוך שמירה על רווחת הטבע והאדם. יחד עם פרופ' דניאל אורנשטיין מהטכניון וד"ר שילי דור-חיים מקק"ל אנחנו עוסקים כיום בהרחבת מושג המגוון כדי לשפר את הבנת יחסי הגומלין בינו לבין תפקוד מערכות אקולוגיות. אנחנו רואים את המגוון כמורכב לא רק מהמגוון הביולוגי והפיזי (Geodiversity), אלא גם מהמגוון האנושי (Human diversity), היות שעל אותן מערכות אקולוגיות אנשים שונים משפיעים באופן שונה. צריך להרחיב את בסיס ההתייחסות כדי לטפל בצורה מושכלת יותר בסביבה. אני מרגיש שאני מפקיד בידי הדורות הבאים רקע טוב להמשך הדרך לגבי ההתייחסות הנכונה לשטחים הפתוחים במדינה שלנו, שאוכלוסייתנו כל הזמן גדלה.

על-ידי כריתה, רעייה לא מבוקרת והפרעות אחרות. למעשה, אנחנו לא יודעים מה טבעו האמיתי של הנגב. זה הוביל לוויכוח ארוך שנים סביב השאלה כמה מותר לאדם להתערב במערכת שכזו.

מתוך התאוריות שדיברתי עליהן קודם, הגעתי מסקנה שיש שתי אפשרויות. הראשונה היא שהאדם יכול להגיד: אני רוצה לשמור על הטבע – לקחת אזור ולתת לו להתארגן בעצמו. האפשרות השנייה היא להתערב במערכות אקולוגיות, אבל לעשות זאת בהתאם לחוקי הטבע – Design with nature. למשל, אם אתה רוצה לשקם אזור צחיח ממודבר, אתה צריך להבין את החוקיות של מקור-מבלע. כדי שיגדלו עשבים או שיחים, יש לבנות מבלעי נגר קטנים. אם הקרן הקימת רוצה לגדל עצים, עליה לבנות מבלעי נגר גדולים.

בשמירת טבע יש עדיפות לארגון עצמי של הטבע או לארגון מוכתב שלו?

שמירת טבע, בכל מקום על פני כל כדור הארץ, היא קודם כל החלטה עד כמה אתה מאפשר ארגון עצמי של הטבע או עד כמה אתה מנסה לעצב אותו בהתאם להבנה שלך את חוקי התארגנות הטבע. זו החלטה ערכית, והיא לא צריכה להיות מבוססת על ידע מתחום דעת יחיד. לאורך הקריירה למדתי שאקולוגיה זה דבר מסובך מכדי שרק אקולוגים יעבדו בה.

לטעמך, החלטות שמירת טבע בישראל מתחשבות בידע האקולוגי העדכני?

מזווית ההסתכלות של רמות הארגון של האקולוגיה, ניתן לומר

