



50 על 50 -  
50 חוליות בשרשרת רבי־דורית  
לאורך 50 שנות מחקר סביבתי בישראל

גילי כהן\* ושחר בוקמן  
האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה  
[gilic@isees.org.il](mailto:gilic@isees.org.il) \*



הקמת תורן הנושא ציוד למדידת שטפי קרינה וחום, בשדה חיטה באזור בית גוברין | צילום: איל רוטנברג

ציון דרר

עם ההגעה לציון הדרך החגיגי של קיום 50 כנסים וועידות מדעיות על ידי האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה, שהוצגו בהם מגוון עצום של מחקרים, החלטנו על פרויקט שמטרתו להציג פסיפס ייחודי של מחקר ישראלי אקולוגי וסביבתי.

הפרויקט המובא לפניכם מורכב מ־50 חוקרים וחוקרות ישראלים שחיבורם יחדיו – חוקרים צעירים לצד זוכי פרס ישראל, מהאקדמיה ומחוצה לה – משרטט תמונה מרשימה ומעוררת השראה של העבודה המדעית והמחקרית הנעשית בישראל בתחומים אלה.

הפסיפס מורכב משבע שרשראות, שנפתחו עם חברי הוועד המנהל

(בעבר ובהווה) של האגודה. כל אחד מהמשתתפים התבקש להמליץ על חוקר או חוקרת שראוי להמשיך איתם את השרשרת. כך, כל המלצה הפכה לחוליה נוספת בשרשרת, שהתפתחה באופן ייחודי בהתאם לבחירת החוקרים.

מטרת הפרויקט היא לתת במה לקהילה הרבת־תחומית העוסקת במחקר אקולוגי ובמדעי הסביבה. ההמלצות היו אישיות, ולא נדרשו לעמוד בקריטריונים כלשהם. יש שבחרו במחקרים שהשפיעו עליהם אישית או מקצועית, יש שחלקו כבוד למנחה שלהם מהעבר הרחוק או לתלמידיהם, יש שציינו קולגות לתחום או למחלקה, ויש שמצאו עניין מיוחד בתחומים או במוסדות שונים משלהם.

כשהשקנו את הפרויקט לא ידענו לאן פנינו מועדות, ולאילו כיוונים השרשראות יתפתחו. התמהיל המיוחד נוצר מחופש הבחירה ומהגמישות שניתנו לחוקרים ולחוקרות. חלק מהשרשראות נשאר בתוך תחום ספציפי, וחלק מהן דילגו בין תחומים שונים. הבחירות השונות מעידות על האופן שאנשים, מדע ומחקרים יכולים להשפיע ברמה האישית והמקצועית, וכן על מגוון מקורות להשראה.

לנעילת כל שרשרת התבקשו החוקרים בחוליות האחרונות להתייחס לעתיד העשייה המדעית והמחקרית, וניתן להם חופש בחירה אם לשתף אותנו בתחזית שלהם ביחס לתחום מחקרם או לבחון את העתיד במבט רחב יותר.

50 החוקרים והחוקרות הישראלים שכיבדו אותנו בהשתתפות בכתבה זו נענו לאתגר לבחור באדם אחד או במחקר אחד ללא קריטריונים מנחים קשיחים. כפי שאפשר לצפות מאנשי מחקר ומדע, הם התייחסו ברצינות רבה למשימה והיטיבו לנמק כיצד בחרו להמשיך את השרשרת, ועל כך תודתנו לכולם ולכולן.

מימין למעלה: ● פרופ' רון מילוא | פרופ' (אמריטוס) אביתר נבו | ד"ר תמר זהרי | פרופ' (אמריטוס) יורם אבנימלך | פרופ' (אמריטה) אורה קדם | פרופ' (אמריטוס) גיק גילרון | פרופ' אורי ירמיהו | ד"ר משה הלפרן | ד"ר חורחה טרצ'יצקי | פרופ' בני חפץ ● פרופ' יונתן בלמקר | פרופ' (אמריטוס) צביקה אברמסקי | פרופ' (אמריטוס) יורם יום־טוב | ד"ר ערן לוין | פרופ' ברט קוטלר | פרופ' (אמריטוס) דני כהן | פרופ' (אמריטוס) אוריאל ספריאל | ד"ר אורי רול | פרופ' שי מאירי | ד"ר יורם אייל ● פרופ' עינת אהרונוב | פרופ' יגאל אראל | פרופ' אלון עמרני | פרופ' יעלה שקד | ד"ר חנה קרנצלר ● פרופ' (אמריטה) מיכל גרין | פרופ' יוחאי כרמל | ד"ר נעמה לנג'יונה | ד"ר תמיר קליין | ד"ר דרור מינץ | ד"ר אדי סיטרין ● פרופ' דן יקיר | ד"ר אפרת שפר | ד"ר סתיו ליבנה־לוזון | ד"ר עדי דומר | פרופ' עופר עובדיה | ד"ר חגי שמש | ד"ר ניב דה־מלאך | ד"ר הילה סגרה ● ד"ר קרן אגאי־שי | פרופ' (אמריטוס) אליהו ריכטר | פרופ' יורם פינקלשטיין | פרופ' איתי קלוג | פרופ' רענן רז | ד"ר תמר ברמן ● ד"ר איריס אלקהר | ד"ר דפנה גן | פרופ' אורן פזמוני־לוי | ד"ר אדיב גל | פרופ' מיכל ציון



דגימת דגת כינרת. תפיסת דגים והעברתם לדלי לצורך בדיקות נוספות במעבדה. המקום: חוף הכינרת, מול המעבדה לחקר הכינרת, יוני 2022 | צילום: תמר זהרי

## שרשרת ראשונה

### פרופ' (אמריטוס) יורם אבנימלך

חוקר בפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל לשעבר. היה המדען הראשי הראשון של המשרד להגנת הסביבה, וזכה בפרס מפעל חיים של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשנת 2020

”לכבוד הוא לי לבחור במנחה שלי בדוקטורט, פרופ' אורה קדם. היא השפיעה רבות על עיצוב הקריירה שלי כחוקר ועליי כאדם. אורה לימדה אותי לדרוש שמסקנות יתקבלו על בסיס עובדות וניתוח כמותי של נתונים. מפרופ' קדם, שהייתה מהחוקרים הבכירים במכון ויצמן בזמנו, למדתי מידה של צניעות בהתייחסות לאחרים – לאנשי אקדמיה ובכלל לבני האדם שאני נפגש איתם וחי איתם ביחד”. מחקרה בתחום התפלת המים סייעו רבות למדינה להתמודד עם המשבר במשק המים.

### ד"ר תמר זהרי

לימנולוגית. חוקרת בכירה במכון לחקר ימים ואגמים לישראל. מנהלת המעבדה לחקר הכינרת לשעבר

”פרופ' קולט צרויה, שניהלה את המעבדה לחקר הכינרת, השפיעה רבות על דרכי המדעית. קראתי בעיון רב, מספר פעמים, כל מאמר שקולט פרסמה בנוגע לכינרת – למשל אלה [3,2]. תמיד נשארתי פעורת פה אל מול ההבנה העמוקה שגילתה כבר בשנות ה-70, לא הרבה לאחר שהחל הניטור באגם, לגבי תפקוד המערכת האקולוגית הזו. עד היום, 50 שנה מאוחר יותר, בישיבות חוקרים במעבדה, מדי פעם מישהו אומר ”אבל קולט אמרה...”, ולכולם ברור שצריך להביא את דבריה בחשבון”.

\* השרשרת ממשיכה עם פרופ' יורם אבנימלך, קולגה של פרופ' קולט צרויה ז"ל

### פרופ' רון מילוא

יושב הראש הנוכחי של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. ביולוג, פרופ' למדעי הצמח והסביבה במכון ויצמן למדע, ודיקן החינוך במכון

”המחקר שבחרתי הוא 'קניין אבולוציה' בנחל אורן (ומקומות נוספים בארץ), של פרופ' אביתר נבו – Asian, African and European biota meet at "Evolution Canyon", Israel [1]. בחרתי בו מכיוון שהוא עוזר לי להבין את הטבע בארץ כשאני מטייל. המחקר מסביר מדוע למשל בהרי הגליל, או בוואדיות, המדרון הצפוני שונה מהמדרון הדרומי. בזכות המחקר הזה אני מסוגל לחבר הסבר מדעי לתופעה שאני מזהה כשאני יוצא אל השטח. המחקר הזה מחבר בין שתי אהבות גדולות שלי: מדע וטבע, ומדגים כיצד המדע יכול לעזור להבין את הטבע בצורה מוחשית.

### פרופ' (אמריטוס) אביתר נבו

ממקימי הפקולטה למדעים באוניברסיטת חיפה והמכון לחקר האבולוציה שבה. חתן פרס ישראל לשנת תשע"ו, חבר חוץ באקדמיה הלאומית למדעים של ארה"ב

”בחרתי במכלול מחקריו של פרופ' דניאל זהרי, שהיוו השראה לכל עבודותי על שעורת הבר וחיטת הבר”. פרופ' זהרי, גנטקאי של צמחים, הקים את המחלקה לאבולוציה, סיסטמטיקה ואקולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים, וכיהן בה כראש המכון למדעי החיים”.

\* השרשרת ממשיכה עם ד"ר תמר זהרי, ביתו של פרופ' דניאל זהרי ז"ל



ד"ר סתיו ליבנה-לוזון אוספת גופי פרי של פטריות ביער. פטריות מיקוריה נמצאות ביחסי גומלין עם עצים ועשויות לחבר עצים ממינים שונים ברשתות מיקוריטיות תתי-רקעיות | צילום: אלון רפפורט

פטריות

ציון דר

### פרופ' (אמריטה) אורה קדם

כימאית. ייסדה את המחלקה לחקר ממברנות במכון ויצמן למדע, ועמדה בראשה. כלת פרס ישראל למדעי החיים לשנת 1961  
פרופ' קדם, החוגגת בקרוב 98, הצהירה: "עוד לא סגרתי את כל הדלתות", וביקשה להמשיך את השרשרת עם פרופ' ג'ק גילרון, שניהל את המחלקה להתפלה וטיפול במים, במכון לחקר המים. "יש לי הערכה רבה לעבודתו ולהישגיו".

### פרופ' (אמריטוס) ג'ק גילרון

פרופ' במכון צוקרברג לחקר המים באוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
"המחקר של פרופ' אורי ירמיהו בשיתוף עם ד"ר חורחה טרצ'יצקי<sup>[4]</sup> שינה את אופן הטיפול במים מותפלים, ואפשר להתאים אותם לשימוש נוסף כמי השקיה. תובנות המחקר משפיעות רבות על האופן שאנו משלבים מים מותפלים בתוך מערכת אספקת המים הלאומית בצורה בת-קיימא".

### ד"ר חורחה טרצ'יצקי

חוקר בגמלאות מהמחלקה לקרקע ומים, בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית באוניברסיטה העברית בירושלים

"אני בוחר להמשיך את השרשרת עם פרופ' בני חפץ, בשל מחקריו בנושא חומרים רפואיים בתוך קולחים. מדובר במחקר מרכזי שהשפעותיו חורגות מתחומי הארץ".

### פרופ' בני חפץ

המכון למדעי הסביבה, בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית באוניברסיטה העברית בירושלים

"משבר האקלים הוא בעיה הנובעת מפעילות האדם. אני אגיד דבר לא פופולרי: כל עוד האדם לא יגביל את הילודה, כנראה שהנזק לא יהיה הפיך. הטכנולוגיות המוצעות להתמודדות עם הבעיות, כדוגמת אנרגיות מתחדשות וערים חכמות, הן פלסטרים בלבד, הן לא מספיקות. הפתרון האמיתי הוא להימנע מלהגיע ל-10 מיליארד אנשים ב-2050, ולהישאר על 7-8 מיליארד אנשים בלבד. נקודה חשובה נוספת היא שכדי לחסוך במים עלינו לעבור לתזונה שיש בה הרבה פחות שימוש בבשר מן החי, וכאן מדובר בעניין של תרבות וחינוך".

### פרופ' אורי ירמיהו

חוקר בתחום קרקע ומים, מ"מ ראש מנהל המחקר החקלאי-מרכזי וולקני

"אני בוחר לציין את ד"ר משה הלפרן, שבמחקריו בחן את השפעת ריכוזי פחמן דו-חמצני באוויר על קליטת חנקן בצמחים. ממצאי מחקריו תרמו להבנה של מאפייני האוכלוסייה המיקרוביאלית בשורשי צמחים".

### ד"ר משה הלפרן

חוקר במחלקת קרקע ומים במנהל המחקר החקלאי-מרכזי וולקני

"המחקר החקלאי מתמודד עם אתגר כפול: לייצר יותר מזון ולהרוס פחות טבע. האתגר מחריף בשל שינוי האקלים שיוצר חוסר יציבות המקשה על גידול מזון. פתרון אפשרי אחד הוא לנתק ככל הניתן את החקלאות מהטבע. כלומר, לגדל מזון בסביבה מבוקרת בתוך מבנים סגורים. פתרון שני הוא מציאת דרכים חלופיות לגידול מזון. גידול בשר מתורבת כבר נעשה נפוץ, וישנם תחומים נוספים, כמו גידול חיידקים הניזונים ממתאן או מגזים אחרים, הנבחנים כיום בסקאלה קטנה ויש להשקיע במחקר ובפיתוח שלהם".



גרביל החולות (*Gerbillus pyramidum*) – יכולתו לחיות בדוקיום סמוך לגרביל החוף (*Gerbillus andersoni*) הייתה בסיס לקבוצת מחקרים אקולוגיים | צילום: פועה בר

## שרשרת שנייה

### פרופי יונתן בלמקר

חבר סגל בכיר בבית הספר לזואולוגיה ובמוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט באוניברסיטת תל אביב. חבר הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

"קבוצת מחקרים שאהובה עליי במיוחד, השפיעה עליי ומעניינת אותי מאוד, נערכה על-ידי פרופ' צביקה אברמסקי ופרופ' ברט קוטלר, שניהם מקמפוס שדה בוקר. הם לקחו מערכת של שני מיני גרבילים החיים בסמיכות זה לזה, ופירקו לגורמים את האופנים המאפשרים להם לחיות בדוקיום בחולות הנגב. הם כל פעם מצאו כיוון חדש ומעניין לבחון את הדברים. אומנם זה תחום רחוק מהמחקרים שלי כיום, כי המבט שלי הוא מאקרואקולוגי, אבל אני חושב ששני הכיוונים האלה מעניינים וחשובים. ההבנה כיצד מינים מתנהגים אחד עם השני תורמת להבנת המאקרואקולוגיה של מינים".

### פרופי (אמריטוס) צביקה אברמסקי

חוקר במחלקה למדעי החיים באוניברסיטת בן-גוריון בנגב

"כל מחקריו של פרופ' יורם יום-טוב העוסקים בציפורים ובשמירת טבע הם מחקרים מצוינים. אומנם לעבודותיו אין שום קשר למחקרים שאני עורך, אבל אני מעריך אותן ואת תרומתן העצומה של פרופ' יום-טוב לשמירת הטבע בישראל".

### פרופי (אמריטוס) יורם יום-טוב

זואולוג מהמחלקה לזואולוגיה באוניברסיטת תל אביב. ראש המחלקה ומנהל הגן הזואולוגי, לשעבר. הזוכה בפרס מפעל חיים של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשנת 2022 "חוקר שאוכל לציין לשבח את תרומתו להגנת הסביבה הוא ד"ר ערן לוי. הוא חקר עטלפים במהלך התואר השני והדוקטורט שלו, ויחד עם חברו ד"ר ערן עמיחי, הסב מוצבים ישנים ונטושים של צה"ל לאורך בקעת הירדן למקומות מקלט לעטלפים".

### ד"ר ערן לוי

חוקר במעבדה לאקולוגיה של תזונה בבית הספר לזואולוגיה באוניברסיטת תל אביב

"אני מאוד פסימי וחושב שמבחינת הסביבה מתנהל עכשיו קרב מאסף, שאני לא מוצא בו מקום לתקווה. אני חושב שהשיח הפך לשטחי ופופוליסטי, ולא מתעסק בבעיות העיקריות הקריטיות, כי לא נוח לאנשים לגעת בהן מבחינה פוליטית. עברתי לחקור מנגנונים פיזיולוגיים במקום נושאי סביבה בגלל תסכול מכך שלא שומעים את קולם של המדענים, וגם אם כן שומעים, אז זה רק את אותם מדענים שנמצאים בקונצנזוס. המדען איבד את מקומו החברתי כאוטוריטה. מערכת הערכים שלנו כחברה השתנתה – הטבע והשמירה עליו אינם בראש סולם הערכים, אלא כסף וחיים נוחים. אף על פי שישנם כיום כלים מצוינים לעריכת מחקרים בין-תחומיים, אני מרגיש שכל חוקר ננעל בתחום הספציפי שלו, ולא מתקיים שיח בין הדיסציפלינות השונות. הכול נגיש ופתוח, אבל מעטים אלה שעושים את הקשרים הללו".



פרופ' יורם יוס'טוב מנחיל ידע לסטודנטים. מציג בצנצנת מכרסם שנלכד במלכודת מכרסמים, רגע לפני שחרורו חזרה לטבע | צילום: ערן לוי

### ד"ר אורי רול

מרצה בכיר במחלקה לאקולוגיה מדברית, במכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין באוניברסיטת בן-גוריון בנגב "מבחינת איכות הסביבה ושמירת טבע, יש שתי מגמות חשובות הקשורות זו לזו. המגמה הראשונה היא שהפעילות האנושית שהורסת את המערכות הטבעיות הולכת וגוברת, והתחזיות לעתיד עגומות מאוד. זה דורש ממדענים לא רק לספק כלים מדעיים, אלא גם לרדת ממגדל השן, להתריע בפני הציבור ולחשוב יחד מה ניתן לעשות. עלינו לקרב את המדע לציבור ואת הציבור למדע. המגמה השנייה היא התגברות העניין הציבורי בסוגיות האלה. למרות זאת, הנעה לפעולה היא משימה קשה יותר. יש בארץ מדעני סביבה מהשורה הראשונה, אבל זה לא בא לידי ביטוי במדיניות הסביבתית."

### פרופ' שי מאירי

בית הספר לזואולוגיה ומוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט באוניברסיטת תל אביב

"אני בוחר את ד"ר אורי רול. מעבר למחקרים המשותפים שלנו, לאורי יש גוף מרשים של מחקרים על הקשר שבין בני אדם והסביבה, על האופן שבני אדם תופסים את הסביבה, ועל מגמות בשמירת טבע ובהגנה על בעלי חיים."

### ד"ר יורם אייל

חוקר במחלקה לאקולוגיה מדברית במכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, לשעבר "לפני זמן קצר התפרסם מאמר של פרופ' שי מאירי ותלמידיו על השינויים בגודל החיות שניצודו על-ידי האדם במשך הפליסטוקן: Is it all about elephants? Explaining prey size decline in the Paleolithic Southern Levant<sup>[6]</sup>. המאמר מצביע על הירידה בגודל, שהיא תוצאה של היעלמות הדרגתית של אוכלי העשב הגדולים. לכך כמובן הייתה השפעה על הצומח, המדגימה עד כמה מוקדמת הייתה השפעת האדם על הטבע."

### פרופ' ברט קוטלר

פרופ' לאקולוגיה במכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין באוניברסיטת בן-גוריון בנגב

"אחד מהחוקרים שהשפיעו עליי במיוחד, עוד לפני שהגעתי לישראל, היה פרופ' דני כהן. הרעיונות שלו לאופטימיזציה בעזרת כלים מתמטיים היו חשובים מאוד לעבודה שלי כבר במהלך לימודי לתואר שני. אחד הדברים שאני מעריך אצלו במיוחד זה המוח הפעיל והחד שלו. הוא תמיד חושב על דברים בצורה רחבה, וכיף לשוחח איתו. מספר פעמים פגשתי אותו במקרה, מחוץ למסגרות עבודה, והייתי צריך להתאמץ לעמוד בקצב המחשבה שלו כדי להצליח לעקוב אחר הנושא שהוא עבר לדבר עליו."

### פרופ' (אמריטוס) דני כהן

המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות באוניברסיטה העברית בירושלים. בעברו כיהן כראש המכון למדעי החיים. זוכה פרס מפעל חיים מטעם האגודה הישראלית לאבולוציה

"יש כמה וכמה חוקרים טובים, אחד מהם הוא קולגה שלי, פרופ' אוריאל ספריאל. ראויים לציון מיוחד הם מחקריו המקיפים על חשיבות המדבריות בעולם. פרופ' ספריאל הוא מהאנשים הרציניים ביותר שאני מכיר. הוא קידם מספר רב של מחקרים חשובים, כולל במסגרת תפקידו כראש המכונים לחקר המדבר בקמפוס שדה בוקר."

### פרופ' (אמריטוס) אוריאל ספריאל

המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות באוניברסיטה העברית בירושלים. בעברו מנהל המכונים לחקר המדבר של אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. זוכה פרס מפעל חיים מטעם האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשנת 2019

"בחרתי באקולוג ד"ר יורם אייל, ובמאמרו Trophic structure and the role of predation in shaping hot desert communities<sup>[5]</sup>. המאמר מסביר כי המערכת האקולוגית המדברית אומנם דלה בממדי הייצור הראשוני בהשוואה לרוב המערכות האקולוגיות האחרות, אך דווקא עשירה מהאחרות בהרכב שרשרת המזון שלה – בעוד שלשרשרת המזון של רוב המערכות יש שלוש חוליות, לזו של המערכת האקולוגית המדברית נוספה חוליה רביעית. מחקריו של ד"ר אייל מתאפיינים בחדשנות, בעיקר בתחום המערכות המדבריות, שהידע על תפקודיהן מועט יחסית."



מערכת שקתות לניסוי הפחתת גשם שד"ר קליין וצוותו הקימו ביער ישעי ליד בית שמש. המערכת מאפשרת תנאי בצורת בחלקת יער, ולאפיין מקרוב את תגובות העצים ליובש מבחינת שטפי המים והפחמן | צילום: ערוץ ארטה (צרפת-גרמניה)

### ד"ר חנה קרנצלר

מרצה בכירה בפקולטה למדעי החיים ע"ש גודמן באוניברסיטת בר-אילן

"מחקר עתידי באקולוגיה, ובפרט בתחום של מדעי הים שאני עוסקת בו, צריך להצליח לגשר בין מחקרים המבוצעים בקני מידה שונים ולהביא לשיתוף פעולה בין-תחומי. כדי שזה יקרה נדרשת תקשורת יעילה בין אנשים העוסקים בתחום הניסויי לבין אלה העוסקים בתחום של מודלים, בין אנשים שעושים עבודת שדה וכאלה שנמצאים במעבדה, גאוכימאים וביולוגים. זו מגמה שקיימת כבר כיום, אבל חיזוקה והרחבתה לרמה העולמית יתרמו לאיכות המחקרים בתחום".

### פרופ' יעלה שקד

המכון למדעי כדור הארץ באוניברסיטה העברית בירושלים והמכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת

"החוקרת הצעירה והמוכשרת שבחרתי היא ד"ר חנה קרנצלר. מחקר הפוסט-דוקטורט שלה קשור למחזור הפחמן באוקיינוס ולתפקיד המכריע של וירוסים ימיים במחזור חומר אורגני בים. תגליותיה<sup>[9,10]</sup> עוסקות ביחסי הגומלין בין מיקרו-אורגניזמים, כגון אצות ווירוסים, לבין נוטריינטים (חומרי הזנה), כגון צורן וברזל. התגליות האלה חושפות את המורכבות והדינמיות של מארגי מזון בים ותורמות ליכולתנו לבנות מודלים ולחזות את השפעת המיקרואורגניזמים בים על מחזור הפחמן ואת השפעתו על אקלים כדור הארץ".

## שרשרת שלישית

### פרופ' עינת אהרנוב

גאולוגית במכון למדעי כדור הארץ ע"ש פרדי ונדין הרמן באוניברסיטה העברית בירושלים, וחברת הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

"אני בוחרת להתחיל את השרשרת עם פרופ' יגאל אראל. יגאל הוא מדען חשוב בתחום זיהום קרקעות וזיהום אוויר. לצד זאת הוא משלב עשייה ציבורית חשובה: הוא כיהן בין היתר בוועדי המנהלים של אדם טבע ודין ושל מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים".

### פרופ' יגאל אראל

גאוכימאי במכון למדעי כדור הארץ ובחוג למדעי הסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים

"מאמר שמאוד נהייתי לקרוא הוא Sulphur isotope homogeneity of oceanic DMSP and DMS<sup>[7]</sup>, בהובלת פרופ' אלון עמרני. מדובר במחקר מהפכני משתי סיבות. ראשית, הוא מתאר טכניקה חדשנית שפרופ' עמרני פיתח, שמאפשרת דיוק טוב בהרבה בהערכת ההשפעה של תרכובת אורגנית המכילה גופרית (DMS) על אירוסולים ימיים. ושנית, הממצאים הראו אחידות יוצאת דופן בהרכב האיזוטופי של גופרית בתרכובות האורגניות DMS ו-DMSP. מחקר זה תרם לאפשרות שלנו לבחון את המודל של גאיה ביחס ליכולת של יצורים חיים להשפיע על תנאי הסביבה בכדור הארץ".

### פרופ' אלון עמרני

המכון למדעי כדור הארץ וראש החוג למדעי הסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים

"בחרתי במחקרה של פרופ' יעלה שקד: Dust- and mineral-iron utilization by the marine dinitrogen-fixer *Trichodesmium*<sup>[8]</sup>. המאמר עוסק במנגנוני קיבוע ברזל, שמקורו באבק המגיע לפני הים, על-ידי פיטופלנקטון. זהו מאמר בין-תחומי, אלגנטי ובעל חשיבות סביבתית ואקולוגית רבה, שנכתב בהובלת חוקרת מוכשרת".



סטודנטים במעבדה לביוגאוכימיה ימית, של פרופ' יעלה שקד, במכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת

### ד"ר אדי סיטרין

מנהל המחלקה לכימיה של הקרקע, הזנת הצמח ומיקרוביולוגיה, במכון למדעי הקרקע, המים והסביבה במנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני

"תחום המחקר המרכזי במעבדה שלי הוא עמידות סביבתית לאנטיביוטיקה, ובאופן פרטני השפעת החקלאות על עמידות אנטיביוטיקה. מסגרת העבודה היא של 'בריאות אחת' (One Health) – הבנת הקשרים בין סביבה, גידול בעלי חיים ורפואה במטרה לצמצם תחלואה ממקורות סביבתיים. כפי שלמדנו ממגפת הקורונה, שיפור הבנת הקשרים בין קודקודי המשולש דורש את העמקת המחקר. כמו כן, יש לשכלל את השיח בין המומחים מתחומי הדעת השונים ולשלב במחקרים מומחים שידעו לעשות אינטגרציה בין התחומים ולהעריך סיכונים".

### ד"ר דרור מינץ

מנהל המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה במנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני

"אני בוחר להמשיך את השרשרת עם ד"ר אדי סיטרין, ממובילי התחום של גנים לעמידות לאנטיביוטיקה בסביבה. עבודתו נוגעת בהיבטים אקולוגיים ומעשיים, וקשורה גם לפרקטיקות חקלאיות (כגון השקיה בקולחים וגידול חיות משק) ולהשפעות אדם נוספות על המיקרוביום בסביבה בכלל, ועל הגנים לעמידות לאנטיביוטיקה בפרט. בעבודתו המדעית פורצת הדרך, בהנחיית סטודנטים לתארים מתקדמים ובשיתופי פעולה בארץ ובחו"ל, אדי הוביל את המחקר בארץ בתחום הזה להישגים ברמה עולמית".

### ד"ר תמיר קליין

חוקר במחלקה למדעי הצמח והסביבה במכון ויצמן למדע

"המחקר שבחרתי לציין עוסק בדינמיקה של אוכלוסיות חיידקי שורש בחיטה בעת שינויים בסביבה. המחקר, בהובלת ד"ר דרור מינץ, מעניין אותי ורלוונטי מאוד למחקר שלי. לדעתי העבודה של דרור פורצת דרך".

## שרשרת רביעית

### פרופ' (אמריטה) מיכל גרין

היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. יו"ר הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשעבר

"בחרתי בפרופ' יוחאי כרמל מאחר שהוא משלב במחקריו אקולוגיה קלאסית עם הנדסת סביבה. כדוגמה יכול לשמש מאמר <sup>[11]</sup> שהוא שותף לכתיבתו, הנמצא בשלבים מתקדמים לפרסום בעיתון מוביל. המאמר עוסק בנושא השפעת נטיעה של יערות באזורים יובשניים על ההתחממות העולמית. אין לי ספק שהמסקנה של המאמר תפליא את הקוראים".

### פרופ' יוחאי כרמל

היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. יו"ר הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשעבר

"בחרתי בד"ר נעמה לנג'יונה, חוקרת צעירה העוסקת בהרכב החיידקים באטמוספירה. לנג'יונה מסיקה מסקנות מעניינות מתוך השוואה בין המגוון הביולוגי של חיידקים באטמוספירה לזה שבאוקיינוס ולזה שביבשה, וניתן לראות דוגמה לכך במאמר שפרסמה השנה <sup>[12]</sup>".

### ד"ר נעמה לנג'יונה

היחידה להנדסת סביבה, מים וחקלאות בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

"מבין הרבה חוקרים מעולים, בחרתי במחקריו של ד"ר תמיר קליין. קליין חוקר עצים – את התקשורת ביניהם ואת התקשורת בינם לבין פטריות. במאמרו <sup>[13]</sup> שהתפרסם השנה הוכיח ד"ר קליין שפטריות שנמצאות בקרקע ובאזור בית השורשים של עצים מנתבות פחמן שנקלט בתהליך הפוטוסינתזה בעץ אחד לעצים שבסביבתו. מדובר במחקר מעניין מאוד המציג מערכת אקולוגית רב-גונית, ובה אף שיתופי פעולה המזכירים דגם של כלכלה סוציאלית: עצים בעקה, שלא יכולים לעשות בעצמם פוטוסינתזה, מקבלים פחמן מעצים אחרים".



שרשרת חמישית

פרופ' דן יקיר

חוקר במחלקה למדעי כדור הארץ וכוכבי הלכת במכון ויצמן למדע, חתן פרס ישראל לשנת תשע"ט בתחום חקר מדעי כדור הארץ, גאולוגיה ומדעי האטמוספירה. סגן יו"ר הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה לשעבר.

"בחרתי להצביע על חוקרת צעירה בתחילת הקריירה שלה, ד"ר אפרת שפר. לד"ר שפר יש סדרת מאמרים מעניינים בנושא מחזור החנקן במערכות אקולוגיות שונות. ראוי במיוחד לציון מאמר שפרסמה עם ד"ר גיא דוברת: Symbiotic dinitrogen fixation is seasonal and strongly regulated in water-limited environments<sup>[14]</sup>."

ד"ר אפרת שפר

חוקרת במכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית באוניברסיטה העברית בירושלים

"בחרתי במחקרים על האקולוגיה של חברת פטריות המיקוריזה שיוצרות סימביוזה עם זרעים של אורנים. המאמר של ד"ר חגי שמש וד"ר סתיו ליבנה-לחזן (שביצעה את המחקר במסגרת הדוקטורט שלה) – Small-scale spatial variability in the distribution of ectomycorrhizal fungi affects plant performance and fungal diversity<sup>[15]</sup> – הראה שסוג הפטרייה שיוצרת את הסימביוזה עם אורן צעיר, והיעילות של הסימביוזה, מושפעים מהפיזור המרחבי של נבגי פטריות שונות בקרקע."

ציון דרך



ד"ר עדי דומר עם עקב חורף (Buteo buteo) | צילום: אייל שוחט

### ד"ר חגי שמש

ראש החוג למדעי הסביבה  
במכללה האקדמית תל-חי

"בחרתי במאמר של ד"ר ניב דה-מלאך: Assessing the roles of nitrogen, biomass, and niche dimensionality as drivers of species loss in grassland communities<sup>[16]</sup>, הבוחן מה הם המנגונים שמקשרים בין השפעות אדם (העשרת חנקן) למגוון המינים. בניגוד לרוב המחקרים של דה-מלאך, המבוססים על ניסויים אמפיריים, במחקר הזה הוא עשה סינתזה אנליטית של הידע הקיים בתחום תוך כדי בחינת מספר השערות מתחרות. אני מרגיש שיש לי הרבה מה ללמוד מהמחקרים של ניב."

### ד"ר ניב דה-מלאך

מרצה בכיר במכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות,  
בפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית  
באוניברסיטה העברית בירושלים

"אני ממליץ על ד"ר הילה סגרה, החוקרת את הקשרים בין מערכות אקולוגיות טבעיות ומערכות חקלאיות. המחקר שלה עוסק במגוון רחב של קבוצות טקסונומיות (צמחים, חרקים וציפורים) ומשלב תחומי דעת רבים (כולל אפילו כלכלה). במסגרת מחקרה היא בוחנת אילו שילובים בין טבע לחקלאות הם המיטביים עבור המגוון הביולוגי והייצור החקלאי גם יחד."

### ד"ר הילה סגרה

אגרו-אקולוגית נופית במנהל המחקר  
החקלאי-מרכז וולקני

"מה שבעיקר חסר בארץ כיום הוא החיבור בין תאוריות של שמירת הטבע ליישום. חיבור שכזה יסייע לזהות חסמים ודרכים לרתום קובעי מדיניות לטובת יישום הידע הקיים. רבת-תחומיות יכולה לתרום רבות באגרו-אקולוגיה – תחום שיש בו ממשקים רבים בין גורמים מגוונים הפועלים ומשפיעים יחדיו, כגון אקולוגיה, מדיניות, כלכלה, סוציולוגיה וסביבה. כדי להוציא לפועל ממשקים סביבתיים דרושה הבנה של מערכות אקולוגיות ותכנוניות. אני מקווה שבאמצעות מחקר אגרו-אקולוגי נשכיל לכנס יחדיו את שלל הגורמים כדי להבין את הקשר בין המערכות הטבעיות לשדה."

### ד"ר סתיו ליבנה-לוזון

פוסט-דוקטורנטית במחלקה למדעי הצמח והסביבה  
במכון ויצמן למדע

"אני ממליצה על ד"ר עדי דומר. עדי סיימה את לימודי הדוקטורט שלה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב ועתה מועדות פניה לפוסט-דוקטורט בקליפורניה. מחקרה עוסק באקולוגיה של ציפורים נודדות, ומשלב פיזיולוגיה עם מודלים אקולוגיים. למחקר השלכות רבות על ניהול בתי הגידול עבור ציפורים נודדות שישארל היא צומת עיקרי בנדידתן. מה שאני מעריכה במיוחד במחקר של עדי הוא היכולת שלה לשלב כלים רב-תחומיים כדי לענות באלגנטיות על שאלות באקולוגיה."

### ד"ר עדי דומר

זואולוגית, פוסט-דוקטורנטית במחלקה לזואולוגיה  
באוניברסיטת תל אביב

"אני בוחרת להצביע על פרופ' עופר עובדיה. המחקרים בהובלתו כוללים מגוון רחב של אורגניזמים, מפטריות וצמחים ועד פרוקי רגליים וחולייתנים. יתרה מכך, בעזרת הרבה ידע וכישרון עופר מצליח להתמודד עם סוגיות אקולוגיות מורכבות תוך שימוש בכלים מסורתיים וחדשים כאחד."

### פרופ' עופר עובדיה

אקולוג אבולוציוני במחלקה למדעי החיים  
באוניברסיטת בן-גוריון בנגב

"אני אופטימי באמונה שעוד נגיע להישגים נוספים רבים במחקרי סביבה. עיקרון חשוב בעיניי, שאני דואג להנחיל לסטודנטים שלי, הוא שאנשי האקדמיה לא יישארו במגדל השן, אלא יהיו פעילים בנושאים סביבתיים. זוהי עמדה שמדענים לא אוהבים להיות בה, כי זה עשוי לדרוש מהם להביע דעה בתחום שהוא לא דווקא ליבת מחקרם, דבר שעלול לחשוף אותם לביקורת. עם זאת, לעיתים יש צורך להיות מעורבים ולהציג תובנות גם כשאין בידינו ידע מושלם או אמת מוחלטת. רק אם לא נחשוש 'להתלכלך בבוץ', יגדל הסיכוי לשפר את קבלת ההחלטות, אחרת הן יתקבלו על בסיס מגוון שיקולים אחרים."



מבט מכיוון נחל הקישון אל התעשייה הפטרוכימית במפרץ חיפה | צילום: ניבה בן עמי

### ד"ר תמר ברמן

טוקסיקולוגית ראשית במחלקה לבריאות הסביבה במשרד הבריאות

"אני עוסקת בתחום של ניטור ביולוגי – מדידת מזהמים סביבתיים בגוף האדם. הנתונים מישראל בלבד מצומצמים בהיקפם, ולכן השפעתם מוגבלת. אבל אחד ההישגים שלנו הוא הצטרפות לפרויקט אירופי וחיפה לקבוצה בין-לאומית העוסקת בנושא, בין השאר בצפון אמריקה. בזכות זאת, הנתונים שאנו אוספים נכללים במטא-אנליזות גדולות. הדבר מאפשר השוואה לאוכלוסיות במדינות אחרות, עושה אותם למעניינים יותר, ומקנה להם חשיפה לקהל נרחב יותר. כך גדלים הרלוונטיות של נתוני המחקר והפוטנציאל שלהם להשפיע על מדיניות. זה העתיד של מחקרי ניטור ביולוגי".

### פרופ' רענן רז

אפידימולוג סביבתי, ביה"ס לבריאות הציבור ע"ש בראון באוניברסיטה העברית בירושלים

"ד"ר תמר ברמן היא טוקסיקולוגית ראשית במשרד הבריאות. נוסף על תפקידה הרגולטורי, ד"ר ברמן הייתה כותבת ראשית של דו"חות בריאות וסביבה בישראל, שהופקו בעזרת הקרן לבריאות וסביבה. כמו כן, היא מובילה בישראל את המחקר בתחום הניטור הביולוגי של מזהמים בגוף האדם. מחקר זה מתוכננים כך שיכלו לספק תשובות לשאלות מדיניות עדכניות, כגון כיצד שינויים באסדרה משפיעים על ריכוז של חומרי הדברה בגוף האדם".

### פרופ' איתי קלוג

חוקר במחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי באוניברסיטת בן-גוריון בנגב

"בחרתי במחקר של פרופ' רענן רז: Live-birth bias and observed associations between air pollution and autism [18]. פרופ' רז הוא אפידימולוג סביבתי מוביל בארץ, מחקריו בנושא הקשר בין זיהום אוויר לאוטיזם ולמחלות נירולוגיות אחרות הם מבין הראשונים שהצביעו על קשר זה. נוסף על כך, בשנים האחרונות יש לו סדרה של מחקרים חשובים בנושא הקשר שבין שינוי האקלים ובריאות האדם".

## שרשרת שישיית

### ד"ר קרן אגאי-שי

אפידימולוגית סביבתית. ראשת המעבדה לבריאות וסביבה, בפקולטה לרפואה ע"ש עזריאלי באוניברסיטת בריאילן. חברת הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

"בתחומי בריאות וסביבה יש הרבה חוקרים צעירים וחוקרים ותיקים מצוינים, אבל אני רוצה לציין את אחד מאבות התחום בעולם ובארץ – פרופ' (אמריטוס) אליהו ריכטר. בולט במיוחד מאמרו: Efforts to stop repression bias by protecting whistleblowers [17], המתאר הליך שוועדת האתיקה באגודה הבין-לאומית לאפידימולוגיה סביבתית פיתחה, כדי לתמוך בחוקרים שעוברים התעמרות בעקבות ביצוע מחקר. כיום אנחנו עוסקים ברפלקציה של ההליך, שנכתב לפני כעשרים שנה, ומבינים שרשת התמיכה אינה מספיקה בשל שכוחות תופעת ההתעמרות במדענים בתחומי בריאות וסביבה. זהו תחום מחקר חדש עבורי, והעבודה עם פרופ' ריכטר מעוררת השראה".

### פרופ' (אמריטוס) אליהו ריכטר

היה חוקר ביחידה לרפואה תעסוקתית וסביבתית, בבית הספר לבריאות הציבור ע"ש בראון באוניברסיטה העברית בירושלים. מאבות תחום האתיקה במחקר האפידימולוגי

"אני רוצה להמליץ על הניירולוג, פרופ' יורם פינקלשטיין, שחקר את הקשר בין הזיהום של מי הקישון ומחלת הפרקיניסון. חוות דעת שהוא כתב בנושא הוצגו בבתי משפט ותרמו להליך המשפטי. הוא אף שימש עד מומחה בתיקים סביבתיים שעסקו בזיהום האוויר במפרץ חיפה. הוא דוגמה לעמידה איתנה כנגד לחץ חזק של גופים תעשייתיים".

### פרופ' יורם פינקלשטיין

רופא, מנהל היחידה והשירות לניירולוגיה ולטוקסיקולוגיה במרכז הרפואי שערי צדק

"בחרתי בפרופ' איתי קלוג, שאני מכיר מעבודות שעשיתי בעמק החולה. הוא עוסק במודלים מבוססי לוויין להערכת חשיפה לזיהומי אוויר, כגון חלקיקים זעירים של תוצרי בעירה, וכן חשיפה לזיהום אור ולטמפרטורה.

## ד"ר איריס אלקחר

המרכז למחקר ויישום קיימות בחינוך במכללת סמינר הקיבוצים. חוקרת ומרצה בתחום חינוך לקיימות וחינוך לאזרחות סביבתית פעילה ברוח התפיסה האקו־הומניסטית. חברת הוועד המנהל של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

"בחרתי במאמר 'להתרגש מבז אדום: תוכנית חינוכית לשימור הבז האדום כמניעה לפעולה אזרחית בקהילה'" <sup>[19]</sup> שמתאר מחקר בהובלת עמיתי מחקר שלי, ד"ר דפנה גן וד"ר אדיב גל. המחקר ממחיש כיצד השקעה בתוכנית חינוכית מתמשכת, מבוססת מקום, במסגרת חינוכית פורמלית, מחזקת את האזרחות הסביבתית-חברתית של הקהילה בהיבטים רבים. השקעה זו מעודדת לחשיבה ביקורתית, מטפחת אכפתיות ורגשות חיוביים בקרב תלמידים והקהילה לגבי שמירת טבע, מחזקת את הזיקה של הקהילה המקומית לטבע המקומי, ומעודדת את הקהילה לשמור על הסביבה בדגש על המגוון הביולוגי."

## ד"ר דפנה גן

ראש התוכנית ללימודי תואר שני בחינוך סביבתי ומובילת המרכז לחינוך לקיימות במכללת סמינר הקיבוצים

"בחרתי להמליץ על פרופ' אורן פזמוני-לוי ועל מחקריו השונים העוסקים בחינוך סביבתי וחינוך לקיימות בדגש על המחקר Bridging the global and local in understanding curricula scripts: The case of environmental education <sup>[20]</sup>. במאמר זה נבחנת השפעת ארגוני סביבה ברחבי העולם על התפתחות החינוך הסביבתי. תפיסתו הרחבה של אורן משלבת בין התבוננות עולמית לפרשנות המקומית שלה, ומקדמת את המחקר בחינוך הסביבתי ובאופן יישומו בעולם בכלל ובישראל בפרט. לאורן מאמרים משמעותיים נוספים בתחומים חינוך לקיימות, חינוך בנושא שינוי האקלים ומבחינים בין-לאומיים, ומכולם אני מקבלת השראה למחקר."

## פרופ' אורן פזמוני-לוי

חוקר חינוך בין-לאומי והשוואתי, בבית הספר לחינוך ובבית הספר ללימודי אקלים שבאוניברסיטת קולומביה (ארה"ב). ראש המרכז לעתידים מקיימים

"למערכת החינוך – הפורמלית והבלתי-פורמלית – יש תפקיד בלתי נפרד בקביעת המדיניות בנושא קיימות בכלל ושינוי האקלים בפרט. בשנים האחרונות אנו עדים להתרחבות השדה והשיח המחקרי, כך שנקודות מבט חדשות ממדעי החברה, ממדעי הרוח ומהאומניות תורמות להבנה רחבה יותר של האתגרים ושל הפתרונות האפשריים. אני מאמין שדרך שותפות מחקר-מעשה (research-practice partnership) חוקרים וחוקרות במוסדות להשכלה גבוהה יכולים לתרום באופן משמעותי לקידום העשייה החינוכית וההעצמה של מורים ומורות, הורים, תלמידים ותלמידות."

## ד"ר אדיב גל

מייסד-שותף ומרצה במרכז לחינוך לקיימות במכללת סמינר הקיבוצים, ומורה בבית ספר יסודי

"אני ממליץ על פרופ' מיכל ציון. מעבר להיותה אשת אקדמיה זוכת פרסים שתרמה לעולם הרפואי, היא קודם כל בן אדם שהסביבה, הטבעית והאנושית, חשובה לה. נוסף על עיסוקה באקדמיה, היא פעילה סביבתית בקהילתה הקרובה ורותמת אנשי מקצוע שונים כנגד גופי תעשייה במטרה לשמור על יער מכבים. גולת הכותרת של פעילותה האזרחית היא היוזמה "קחו איתכם את הזבל" – מיזם סביבתי-חברתי התופס תאוצה, שנועד לאפשר לנו לטייל בארץ ללא הררי זבל שמטיילים משאירים בכל מקום אפשרי. במיזם היא מגייסת את הציבור הרחב לפעול לשמור על ארץ נקייה. אין ספק, מיכל הולכת להפוך את ארצנו למקום נקי יותר ויפה יותר."

## פרופ' מיכל ציון

המרכז לאנרגיה ולקיימות והפקולטה לחינוך באוניברסיטת ברי-אילן

"החלום שלי בתחום החינוך הסביבתי הוא למצוא דרך לפתח אחריות אישית בקרב התושבים והרשויות כאחד לפעול למען הסביבה. תחושת האחריות האישית תביא לכך שהפעילות לא תיעשה מתוך כורח, אלא כיוון שחשיבה שכזו תהיה חלק מהתרבות ומההתנהלות היום-יומית שלנו. מדובר באתגר גדול מאוד – החברה מתרחקת מהאידיאל של נשיאה באחריות אישית, וזו אחת הסיבות שהגענו למשברים השונים. אני אופטימית ולדעתי יש סיכוי לשינוי המגמה, ומי שיכול להוביל אותנו הם הצעירים והילדים. עם זאת, אני יודעת שמדובר בתהליך ממושך. עלינו למקד את המאמצים שלנו לעזור לדור הצעיר להציל את העולם שלנו."

## מאמרים מומלצים

- [1] Nevo E. 1995. Asian, African and European biota meet at "Evolution Canyon", Israel: Local tests of global biodiversity and genetic diversity patterns. *Proceedings of the Royal Society of London B* **262**: 149–155.
- [2] Serruya C and Pollinger U. 1977. Lowering of water level and algal biomass in Lake Kinneret. *Hydrobiologia* **54**(1): 73–80.
- [3] Pollinger U and Serruya C. 1976. Phased division of *Peridinium cinctum* f. *Westii* (dinophyceae) and development of the Lake Kinneret (Israel) bloom. *Journal of Phycology* **12**(2): 162–170.
- [4] Yermiyahua U, Tal A, Ben-Gal AT, Bar-Tal A, Tarchitzky J, and Lahav O. 2007. Rethinking desalinated water quality and agriculture. *Science* **318**(5852): 920–921.
- [5] Ayal Y. 2007. Trophic structure and the role of predation in shaping hot desert communities. *Journal of Arid Environments* **68**(2): 171–187.
- [6] Dembitzer J, Barkai R, Ben-Dor M, and Meiri S. 2022. Is it all about elephants? Explaining prey size decline in the Paleolithic Southern Levant. *Quaternary Science Reviews* **285**: 107476.
- [7] Amrani A, Said-Ahmad W, Shaked S, and Kiene RP. 2013. Sulphur isotope homogeneity of oceanic DMSP and DMS. *PNAS* **110**(46): 18413–18418.
- [8] Rubin M, Berman-Frank I, and Shaked Y. 2011. Dust- and mineral-iron utilization by the marine dinitrogen-fixer *Trichodesmium*. *Nature Geoscience* **4**: 529–534.
- [9] Kranzler CF, Brzezinski MA, Cohen NR, et al. 2011. Impaired viral infection of diatoms in iron-limited oceanic regimes. *Nature Geoscience* **14**: 231–237.
- [10] Kranzler CF, Krause JW, Brzezinski MA, et al. 2019. Silicon limitation facilitates virus infection and mortality of marine diatoms. *Nature Microbiology* **4**(11): 1790–1797.
- [11] Rohatyn S, Yakir D, Rotenberg E, and Carmel Y. Submitted. Limited climate-change mitigation potential through forestation of the vast dryland regions.
- [12] Lang-Yona N, Flores JM, Haviv R, et al. 2022. Terrestrial and marine influence on atmospheric bacterial diversity over the north Atlantic and Pacific Oceans. *Communications Earth and Environment* **3**(1): 1–10.
- [13] Cahanovitch R, Livne-Luzon S, Angel R, and Klein T. 2022. Ectomycorrhizal fungi mediate belowground carbon transfer between pines and oaks. *The ISME Journal* **16**: 1420–1429.
- [14] Dovrat G and Sheffer E. 2019. Symbiotic dinitrogen fixation is seasonal and strongly regulated in water-limited environments. *New Phytologist* **221**(4): 1866–1877.
- [15] Livne-Luzon S, Ovadia O, Weber G, ..., and Shemesh H. 2017. Small-scale spatial variability in the distribution of ectomycorrhizal fungi affects plant performance and fungal diversity. *Ecology Letters* **20**(9): 1192–1202.
- [16] Band N, Kadmon R, Mandel M, and DeMalach N. 2022. Assessing the roles of nitrogen, biomass, and niche dimensionality as drivers of species loss in grassland communities. *PNAS* **119**(10): e2112010119.
- [17] Richter E, Soskolne CL, and LaDou L. 2001. Efforts to stop repression bias by protecting whistleblowers. *International Journal of Occupational and Environmental Health* **7**(1): 68–71.
- [18] Raz R, Kioumourtoglou M-A, and Weisskopf MG. 2018. Live-birth bias and observed associations between air pollution and autism. *American Journal of Epidemiology* **187**(11): 2292–2296.
- [19] גן ד, פליק א, ואקנין מ וגל א. 2018. להתרגש מבז אדום – תוכנית לשימור הבז האדום כמעוררת רגשות חיוביים בקרב תלמידים. אקולוגיה וסביבה **9**(4): 36–41.
- [20] Pizmony-Levy O. 2011. Bridging the global and local in understanding curricula scripts: The case of environmental education. *Comparative Education Review* **55**(4): 600–633.



תלמידי בית הספר נופי גולן הולכים עם שלטי הסברה בטיול שנתי בנחל כזיב ולא משאירים אשפה אחריהם | צילום: נטע ברגהאוס