



מחקר סוציו-אקולוגי ארוך טווח – הגרסה הישראלית

דניאל אורנשטיין^{1*} | נועה אבריאל-אבני² | ליאת הדר³ | ג'סיקה שנקרמן⁴ | רונית כהן-ספר¹

- 1 הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
- 2 מו"פ מדבר יום המלח
- 3 רמת הנדיב
- 4 מו"פ ערבה דרומית ומכון הערבה ללימודי הסביבה
- * danielo@ar.technion.ac.il

תקציר

מחקר סוציו-אקולוגי ארוך טווח בישראל (LTSER). המאמר דן בהצלחות בשלבי הביניים של מחקרי ה-LTSER, ומסיים בהגדרת האתגרים העומדים בפנינו ביישום מסגרת המחקר המוצעת ובשימור פעילותה לטווח הארוך.

בעקבות ההשפעה העמוקה וארוכת הטווח של המין האנושי על כדור הארץ הגדירו הגאולוגים עידן חדש – עידן האדם (האנתרופוקן). האנתרופוקן מאופיין בהתדרדרות מואצת של כלל מערכות כדור הארץ לצד חוסר מודעות והתייחסות של המין האנושי למשבר ולתוצאותיו הצפויות. כדי להגביר את היכולת לספק מענה מדעי-מחקרי הולם לניטור השינויים הסביבתיים ולשפר את המדיניות וההתנהגות המקיימות הציעו מדענים מסגרות מושגיות חדשות למחקר מדעי. רשת המחקר האירופית ארוכת הטווח (eLTER RI) והנציגות הישראלית שלה (LTER-Israel) אימצו תפיסה של מחקר סוציו-אקולוגי, שלפיה החוקרים עובדים בצוותים בין-תחומיים ובשיתוף בעלי עניין מקומיים במטרה להגדיר את אתגרי הקיימות המקומיים, לנטר אותם ולטפל בהם. במאמר מוצגים מסגרת המחקר חוצה התחומים על מרכיביה השונים וגם אופן היישום שלה בשלוש פלטפורמות של

מילות מפתח

מחקר חוצה-תחומים (טרנסדיסציפלינרי), מחקר רב-תחומי, ממשק בר-קיימא, קיימות, LTER-Israel, eLTER RI, LTSER

הצורך במחקר סוציו-אקולוגי רב-תחומי

בארץ לאורך המאה האחרונה (דולב ופרבולוצקי, 2002; בן-משה ורנן, 2022). פתרונות טכנולוגיים המבוססים על דלקי מחצבים נתנו מענה חלקי לבעיות כמו אובדן קרקע פורייה והתדלדלות מאגרי מים. עם זאת, בעיות אלה ואחרות ממשיכות לאיים על הקיימות ארוכת הטווח של המערכות האקולוגיות בישראל. הפגיעה של גורמים ישירים במערכות אקולוגיות (למשל, זיהום והתפשטות עירונית) ושל גורמים עקיפים (למשל, גידול אוכלוסייה ועלייה בצריכת חומרים ואנרגיה) נמשכת למרות זמינות ידע מדעי וטכנולוגי מתקדם על הבעיות ועל הגורמים להן ועל אף קיומן של תובנות באשר למדיניות ולפעולות שיש ניתן לנקוט כדי לפתור אותן. בישראל ובשאר העולם יש צורך במענה דחוף לשאלה: כיצד ניתן להפוך את המחקר המדעי והידע הנצבר ליעילים יותר בתחום הפוליטי-חברתי-כלכלי?

מחקר סוציו-אקולוגי בין-תחומי (interdisciplinary) וחוצה תחומים (transdisciplinary) הוצע כאחד הפתרונות לצמצום הפערים בהבנתנו את אתגרי הקיימות וביכולתנו להתמודד איתם. מחקר כזה משלב ידע מגופים מדעיים וחברתיים שונים, ומכוון במפורש לפתרון בעיות תוך התמקדות בטיפול באתגרים חברתיים וסביבתיים מורכבים, בייחוד כאלה הכרוכים באינטראקציות בין האדם לסביבה ובמשובים (Lang et al., 2012; Holzer et al., 2019). מחקר סוציו-אקולוגי שואף לשלב מקורות ידע מגוונים מהאקדמיה ומחוצה לה, כמו גם מבעלי עניין שונים בחברה האזרחית (יצירה משותפת של ידע).

מחקר סוציו-אקולוגי מאופיין בשקיפות ובבקרה עצמית וכן בהתקדמות בשלבים ובהתאם להתפתחויות (תהליך איטרטיבי). מחקר כזה מוכוון פתרון ודורש ניסויים, רפלקציה על התוצאות, גיבוש מדיניות, כלי הערכה והערכה מחודשת

אנו חיים בעידן שבו ההשפעה האנושית על כדור הארץ חסרת תקדים בהיקפה ובעוצמתה. לנוכח השפעה עמוקה וארוכת טווח זו הוגדר עידן גאולוגי חדש – האנתרופוקן (Lewis and Maslin, 2015). שמונה מיליארד בני אדם מאכלסים כיום את כדור הארץ ומנצלים כמעט כל פיסת קרקע פורייה לייצור מזון ואנרגיה. האנושות מייצרת כמויות פסולת שהן הרבה מעבר ליכולת הקליטה של המערכות האקולוגיות הגלובליות, ועל כן, למעשה לא ניתן יהיה להבטיח עתיד בר-קיימא למין האנושי (Steffen et al., 2015). למרות בסיס הידע הרחב המתעד תהליכים אנתרופוגניים אלה, בני האדם ממשיכים בהתנהלותם ההרסנית. מדיניות, טכנולוגיה מתקדמת ושינויים בדפוסי התנהגות הצליחו למתן את השחיקה הסביבתית באופן חלקי, ורק לעיתים רחוקות הצליחו למנוע מגמות שליליות. הצורך לעצור את ההתדרדרות הסביבתית העולמית ולהפוך את מגמת ההרס להתנהלות בת-קיימא לטובת הדור הנוכחי והדורות העתידיים, מחייב אותנו לדון בשאלה: מה הקהילה המדעית יכולה לעשות אחרת כדי להתמודד עם האתגר?

בישראל הבעיות האלה והשאלות שבצידן חריפות ורלוונטיות. אוכלוסיית ישראל צומחת במהירות, ומונה כיום כ-9.5 מיליון איש. צפיפות האוכלוסין, לצד רמת החיים הגבוהה, הופכות את ישראל לאנומליה בעולם (מבחינת יחס אדם / שטח תומך בקיומו), ובפרט בקרב מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD). הפיכת שטחים פתוחים לתשתיות, לשטחי מסחר ולשטחי חקלאות גרמה להשחתת חמורה של המערכות האקולוגיות בישראל, ואנו עדים לירידה משמעותית במגוון הביולוגי



איור 1

מודל רעיוני של מחקר סוציו-אקולוגי חוצה תחומים לפי Holzer et al., 2019

מהפלטפורמה הצרפתית Atelier Plaine et Val de Sevre סקירה מקיפה של האופן שבו פלטפורמת ה-LTSER שלהם הוקמה והתפתחה, תוך שהם כוללים את כל המרכיבים לעיל (Berthet et al., 2022). נכון לסוף 2022 קיימות יותר מ-50 פלטפורמות ברחבי אירופה (ראו [באתר eLTER](#)), מהן ארבע בישראל. במאמר זה נציג את ההיסטוריה והפעילויות של שלוש מהן (הערבה, הר הנגב ורמת הנדיב) – בפלטפורמת צפון הנגב עדיין אין נתונים מספקים), ונדגים כיצד יושם המושג סוציו-אקולוגיה חוצת תחומים (Socio-Ecology) באופן מחקרי לשם הערכת הצלחות הפלטפורמות בקידום קיימות אזורית, ונעלה את האתגרים להשפעה משמעותית יותר בעתיד.

תשתיות LTSER הישראליות

איור 2 מציג שלוש פלטפורמות LTSER הפועלות בישראל: הערבה, הר הנגב ורמת הנדיב. עבור כל פלטפורמה נציג את ההקשר הגאוגרפי, ההיסטוריה והיעדים, ונסקור את אופן יישום המסגרת המושגית, התוצאות החיוביות, אם היו, והאתגרים העיקריים בתפעול הפלטפורמה ובהשגת היעדים.

הערבה

פלטפורמת הערבה משתרעת במרחב שבין ים סוף לים המלח (לא כולל שני מקווי המים), גובלת בירדן ממזרח, וכוללת את המועצות האזוריות הערבה הדרומית והמרכזית, שתוחמות את גבולה ממערב. אזור זה הוא מדבר צחיח קיצוני, המאופיין בשיטפונות ובכמויות משקעים נמוכות (25–50 מ"מ של גשם בשנה), היורדים במספר קטן של אירועי גשם נדירים ובלתי צפויים במהלך החורף עם שונות גבוהה בין השנים. עמק הערבה, שאורכו 165 ק"מ ורוחבו 5–15 ק"מ, כולל התיישבות כפרית בצמידות לשדות חקלאיים ולשטחים טבעיים פתוחים (Goldreich and Karni, 2021). המערכת האקולוגית באזור מאופיינת בנוכחות עצי שיטה בעמקים, בזרימת מים לא סדירה בעמקים עם שיטפונות מדי פעם, ובקרקעות סלעיות או חוליות לחילופין. השטחים המפותחים של העמק כוללים מערכות חקלאיות, התיישבות כפרית וקיבוצית ואת עיר החוף אילת. השטחים החקלאיים באזור משמשים לגידול ירקות עונתיים (ספטמבר–יוני), לצד מטעים (בעיקר תמרים). ב-15 שנים האחרונות גם הוקמו יותר מ-500 דונם של שדות פאנלים סולאריים באזור. תחנת המחקר ארוך הטווח, נחל שיטה, פועלת בפלטפורמה. הפלטפורמה הוקמה בשנת 2009 עם החלטת ועדת היגוי של LTER ישראל, שרצתה להוסיף לרשת אתרי המחקר האקולוגיים של ישראל גם תוכנית מחקר חברתי-אקולוגי

מתמדת, כלומר, ניטור ארוך טווח (Lang et al., 2012). איור 1 מציג באופן סכמטי את המאפיינים הייחודיים של מחקר סוציו-אקולוגי חוצה תחומים.

מאפייני המחקר שצוינו לעיל פותחו מתאוריית הקיימות ומניתוח חקרי מקרה, ונמצאו יעילים בפתרון בעיות סביבתיות (Ostrom, 2009; Lang et al., 2012; Singh et al., 2013). בהתבסס על יעילות השיטה ועל הצלחותיה ההיסטוריות אימצו את הגישה חוקרים רבים, מוסדות מחקר ותשתיות מחקר, ובהם גם רשת המחקר האירופית ארוכת הטווח או eLTER (European Long-Term Ecosystem Research), ראו אתר [eLTER](#).

דרך חדשה לעסוק במדע דורשת הנחת תשתית מחקרית חדשה (Haberl et al., 2006). לשם כך, מאז 2003, שנת הקמתה הרשמית של eLTER, הרשת מפתחת אתרים ברחבי אירופה שיש בהן תשתיות פיזיות ואינטלקטואליות המתאימות לביצוע מחקרים סוציו-אקולוגיים ארוכי טווח. האתרים האלה הוגדרו כ"פלטפורמות", והן מהוות למעשה את הביטוי הפיזי של המאמץ לקדם את המחקר הסוציו-אקולוגי (Haberl et al., 2006; Singh et al., 2013).

הפלטפורמה בנויה סביב תחנת LTER, ועל פי רוב כוללת מרחב גדול יותר, אזור מוגדר מבחינה גאוגרפית וחברתית (למשל, תחום מועצה אזורית), שפועלת בו קבוצה בין-תחומית של מדענים. המחקרים מונחים על ידי בעיות שנוסחו בשיתוף עם בעלי עניין בכל הרמות – המקומית, האזורית והארצית. ב-2006 נוסחה לראשונה המסגרת הרעיונית העומדת בבסיס הפלטפורמות (Haberl et al., 2006). במאמר מדגישים המחברים כיצד מחקר סוציו-אקולוגי חוצה תחומים שונה באופן מהותי מהמחקר האקולוגי המסורתי ששלט ברשתות LTER עד 2006, וכיצד ההבדלים האלה מצדיקים פיתוח תשתיות מחקר חדשות ומותאמות.

המאפיינים הבסיסיים של מחקר סוציו-אקולוגי כוללים:

- התמקדות ביחסי הגומלין שבין מערכות חברתיות למערכות טבעיות;
- חקירה בו-זמנית במספר ממדים מרחביים ולאורך תקופות זמן ארוכות;
- מחקר רב-תחומי ובין-תחומי – שיתוף פעולה בין מדענים בעלי מומחיות בתחומי מחקר שונים;
- מחקר חוצה תחומים – שיתוף פעולה עם בעלי עניין ושימוש בידע שברשותם.

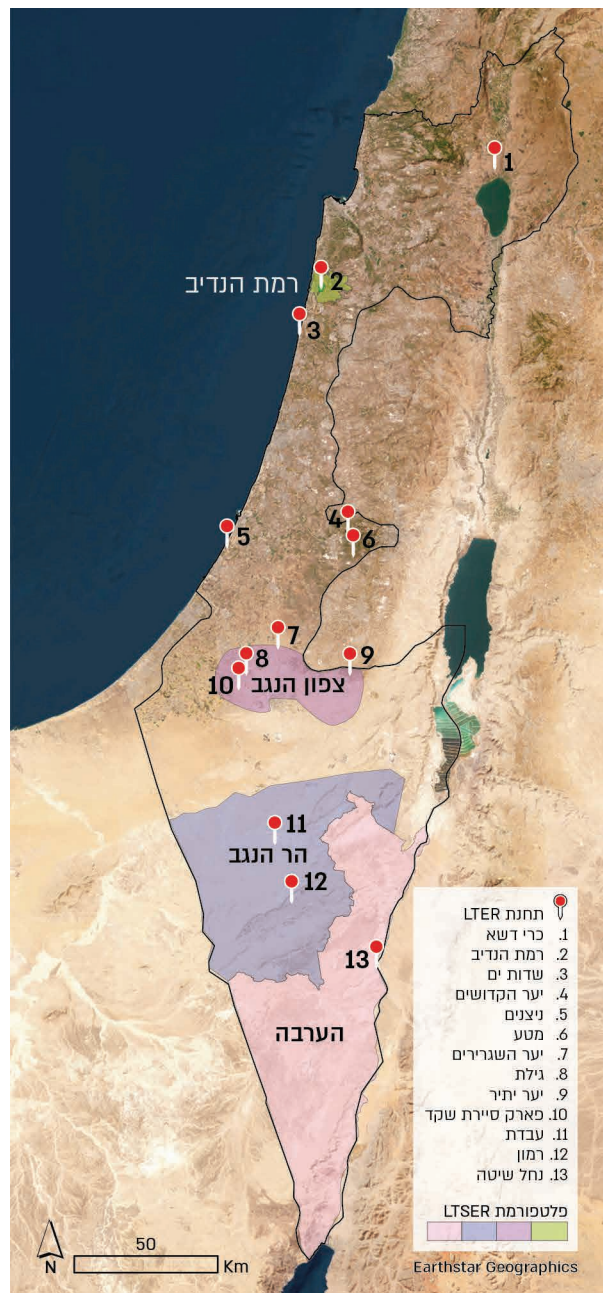
מאפייני אחרון זה, מחקר חוצה תחומים, מציע בסיס לתרבות עבודה חדשה עבור המדענים, שבה בעלי עניין הם חלק אינטגרלי מההליך המדעי על שלביו השונים: מהגדרת הבעיה המוצעת לחקירה, דרך ביצוע המחקר בפועל ועד לניסוח המלצות מדיניות ויישום (Holtzer et al., 2019).

מחקר בפלטפורמות כאלה מתועד במספר מחקרים (Singh et al., 2013; Dick et al., 2018). לאחרונה פרסמו מדענים

סדנאות בין-לאומיות בנושאי LTER ו-LTSER (איור 3). בשנת 2018 הועסקה בפעם הראשונה מנהלת פלטפורמה במשרה חלקית ועל בסיס העקרונות של "מדריך השיטות המומלצות לפלטפורמות סוציו-אקולוגיות" (Orenstein et al., 2019). היא הובילה תהליך רענון והתחדשות של פלטפורמת הערבה. השלב הראשון בתהליך היה הקמת ועדה מדעית. הוועדה הורכבה ממדענים מתחומי דעת שונים שעסקו וחקרו באזור, והיא התכנסה על בסיס חודשי בין השנים 2018–2021. מטרתה הראשונה של הוועדה הייתה להטמיע את התהליך המתואר במדריך, לרבות (א) יצירת רשימה מדורגת של בעלי עניין לפי חוזק הקשר שלהם לאג'נדה של הפלטפורמה; (ב) יצירת רשימה של שירותי המערכת האקולוגית (שמ"א) הזמינים באזור הערבה ודירוג חשיבותם בהתאם לתפיסות ולסדרי עדיפויות של בעלי העניין; (ג) ביצוע סדרה של פגישות בצורות שונות עם בעלי עניין באשר לצורכי המחקר האזוריים וסדרי עדיפויות לגבי שמירת הטבע ופיתוח אזורי; (ד) ייזום פרויקטים מחקריים סוציו-אקולוגיים חדשים, רצוי בין-תחומיים וחוצי תחומים, המבוססים על תוצאות שלבים ב' ו-ג'.

יעדי הפלטפורמה גובשו על ידי מנהלת הפלטפורמה בהתייעצות עם בעלי עניין, לרבות הצוות המדעי של הפלטפורמה. היעדים כוללים את המטרות הבסיסיות של רשת LTER אירופה למחקר סוציו-אקולוגי שהותאמו להקשר המקומי: מחקר לניטור ארוך טווח של המערכת האקולוגית המדברית, תפקודיה, הידרולוגיה ואירועי שיטפונות, כולל מחקרים על השפעות פעילות האדם על המערכות האקולוגיות המדבריות ולהפך; מחקרים על שירותי תושבי האזור, בעיקר בתחומי החקלאות, אנרגיה ממקורות מתחדשים, שינוי האקלים ותיירות אקולוגית; חיבור תושבים ובעלי עניין אחרים למחקר ושילובם בפעילות הפלטפורמה באמצעות תוכניות חינוכיות כדי לעודד אותם השתתף באופן פעיל בקידום עתיד בר-קיימא לאזור.

האתגר החשוב ביותר של הוועדה בהקמת התבססות הפלטפורמה היה למצוא כיצד לשלב את בעלי העניין בכל היבט של המחקר המדעי ובניסוח ההמלצות למדיניות. לשם כך, צוות הפלטפורמה השתמש במספר מנגנונים: ראיונות, דיוני שולחן עגול ופגישות במתכונות שונות. הדגשת מעורבות בעלי עניין הייתה צעד מוחשי הכרחי ליישום מסגרת מחקר חוצת תחומים. כך, לבעלי העניין לא רק התאפשרה השתתפות בקביעת מסלול המחקר של הפלטפורמה, אלא ניתנה ההזדמנות להחליף מידע ולהעמיק את הידע באתגרים סוציו-אקולוגיים אזוריים (knowledge co-production). באמצעות פגישות תכופות אלה למד צוות הפלטפורמה להבין את החזון הכללי של בעלי העניין לאזור ואת הקשר המורכב שלהם למרחבים הפתוחים ולסביבה, וזה אפשר לצוות לזהות פערי ידע



איור 2

הפלטפורמות LTSER ותחנות LTER בישראל

באזור צחיח קיצון. כך, ההקמה הראשונית של הפלטפורמה הייתה תהליך שהונע מלמעלה למטה – מהלך הסותר במידה מסוימת את הרצון להקים ישות כמו פלטפורמה מלמטה על ידי בעלי עניין וחוקרים מקומיים. כחלק ממאמץ לחנוך רשת LTER ירדנית וכדי לפתח שיתופי פעולה אזוריים עם מדענים ירדנים, הוקמה פלטפורמה בוואדי עראבה, בצד הירדני של הגבול (Orenstein and Groner, 2015). בין 2009 ל-2018 שימשה הפלטפורמה בעיקר לעידוד ביצוע מחקרים סוציו-אקולוגיים באזור ולאירוח

שימושי הקרקע בפלטפורמת הר הנגב כוללים עיירות, יישובים חקלאיים, כפרים של שבטים בדואיים, תיירות, מתקני צבא ושטחי אימונים. פעילות מגוונת זו לצד שמורות טבע מעוררת קונפליקטים סביבתיים רבים. שתי תחנות מחקר אקולוגי ארוך טווח פועלות בשטח הפלטפורמה: עבדת – המייצגת אקלים צחיח, ורמון (בתוך מכתש רמון) – המייצגת אקלים צחיח קיצוני.

הפלטפורמה הוקמה בשנת 2016 בהשראת רשת LTER אירופה ומתוך תפיסה שנקודת מבט חברתית-אקולוגית יכולה לסייע בהתמודדות עם אתגרי הפיתוח ושמירת הטבע באזור. מו"פ מדבר וים המלח פרש את חסותו על הארגון החדש, ובמסגרת זו פועלת מנהלת הפלטפורמה. את הפלטפורמה מלווה צוות מומחים רב-תחומי ממוסדות אקדמיים שונים.

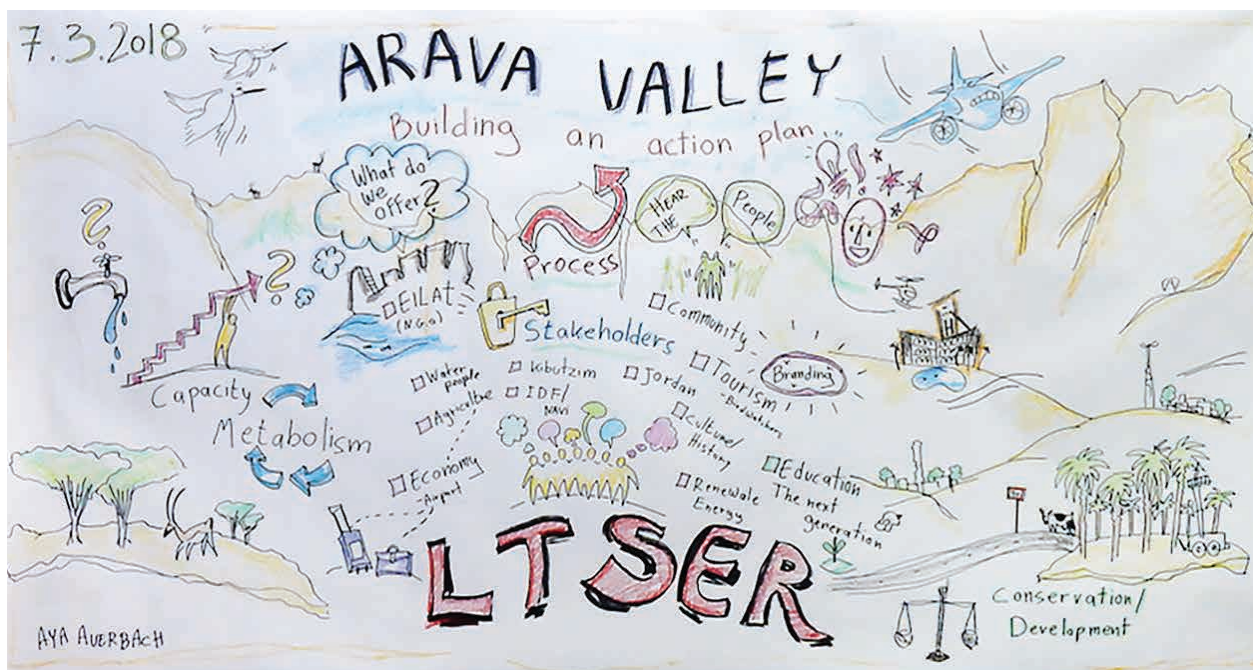
כמסגרת הפעולה של הפלטפורמה אומץ מודל סוציו-אקולוגי חוצה תחומים, ובהתאם לכך, גם הובן שדרישה לשירותי מערכת אקולוגית שונים מצד קבוצת בעלי עניין מסוימת (כגון חקלאים, רועים, או מפעילי מיזמי תיירות), עלולה לבוא על חשבון משאבים שחיוניים לקבוצת בעלי עניין אחרת, או לפגוע במבנה ובתפקוד של המערכת החברתית-אקולוגית המקומית. הדינמיות הקיצונית שאופיינית לאזורים מדבריים, עשויה להחריף את הדילמות האלה, ובפרט בהתחשב בשינוי האקלים שהשלכותיו כבר מסתמנות באזור. המטרה המרכזית של פלטפורמת הר הנגב היא הנחת

שאפשר להתמקד בהם. יתרון נוסף (ומכריע) לשיתוף בעלי העניין היה יצירת תחושת בעלות על הפרויקט ונכונות ורצון להמשיך בשיתוף פעולה עתידי בתוך הפלטפורמה.

פעילות עיקרית נוספת עסקה בחינוך סביבתי. בעזרת קבוצת פעילי שמירת הטבע האזורית סבב"ע (סביבה בריאה בערבה) יצא לפועל בשנים 2019–2021 פרויקט 'גנים אקולוגיים'. פרויקט זה כלל קיבוצים וקהילות פרטיות, והתמקד בהגברת המודעות בקרב התושבים בנושא שירותי מערכת אקולוגית אזוריים והמגוון הביולוגי ובעידוד פיתוח אזורי בר-קיימא.

הר הנגב

פלטפורמת LTER הר הנגב משתרעת על שטח של כ-5,000 קמ"ר בין אגן נחל צין בצפון לבין נחל פארן בדרום. במערב היא מוגבלת על ידי הגבול המדיני של ישראל ומצרים, ובמזרח משמש אותה גבול המועצה האזורית רמת הנגב. שטח הפלטפורמה כולל סדרה של רכסים, בגובה 400–1,000 מטר מעל פני הים. האזור צחיח עד צחיח קיצוני עם ממוצע גשם שנתי של 60–80 מ"מ, כ-200 לילות של טל וטמפרטורה שנתי ממוצעת 18–19 מעלות צלזיוס, ונחשב חלק מחגורת המדבריות העולמית. האזור עשיר במגוון גאולוגי וביולוגי ובנופי טבע ייחודיים. אחד הבולטים שבהם הוא תופעת מכתשי הסחיפה, שהעניקו לו את שמו הנוסף: "ארץ המכתשים" (Avrieli-Avni et al., 2020).



של חלק מהחקלאים להעדיף קרקעות מלוחות בשולי העמקים על פני התמודדות עם שיטפונות וסחף קרקע. דילמה שנייה שמסגרת סוציו-אקולוגית גויסה עבורה היא השילוב בין תיירות ופעילות רועים בדואים בהר הנגב, ובין שמירת המגוון הביולוגי. במחקר נחשפה מצד אחד התחושה של הקבוצות השונות של בעלי העניין כאילו הקונפליקטים משתרעים על פני כל השטח, ומצד שני התברר כי אזורי הקונפליקט מוגבלים גאוגרפית, ולפיכך הדילמות קלות יותר לפתרון (Avriél-Avni et al., 2020). צוות המומחים של פלטפורמת הר הנגב (איור 4) נרתם בימים אלה לסייע בדילמה נוספת בעניין זה, סביב הרצון של הרועים הבדואים לשמר את מסורת רעיית הגמלים והחשש של אנשי שמירת הטבע מפני פגיעה אנושה במגוון הביולוגי בשל הרעייה. בשל היחסים המתוחים בין שתי קבוצות בעלי העניין בקונפליקט זה, גיבוש הפתרון נעשה תוך מחקר חוצה תחומים מקביל, עם כל אחת מהקבוצות בנפרד.

רמת הנדיב

פלטפורמת רמת הנדיב משתרעת על פני שטח של כ-155,000 דונם, הכוללים את רמת הנדיב וחמש מועצות סביבה. אזור זה של בקעת הנדיב ואגן נחל תנינים משלב ערכי טבע עם חקלאות, קהילות כפריות ואתרי מורשת. בלב השטח נמצאת רמת הנדיב – פארק טבע וגני זיכרון לברון

תשתית מדעית לפתרונות בני-קיימא עבור דילמות חברתיות-אקולוגיות. מטרת המשנה הן: טיפוח תחושת מקום ואחריות סביבתית אזורית; טיפוח הבנת החשיבות של ביסוס ניהול שטח למחקר, לתשתית נתונים מדעיים ולניטור ארוך טווח. עוד נקודה שיש להתייחס אליה היא המונח התאורטי 'תאוריית פעולה': המונח עוסק במערכת האמונות והתפיסות של אנשים, אשר מנחה את אופן הפעולה שלהם.

שימוש במסגרת סוציו-אקולוגית בפתרון דילמה סביבתית התקיים, לדוגמה, סביב חקלאות מודרנית באגן העליון של נחל צין. המחקר החל בעקבות פניות חוזרות של חקלאים לרשות ניקוז ים המלח בבקשה לסייע להם בתיקון נזקי סחף קרקע בכרמים הנתועים בעמקים בפרויקט "שפת מדבר". רשות הניקוז פנתה אל חוקרי הפלטפורמה בבקשה לסייע בניסוח 'תורה סדורה לחקלאות מודרנית בעמקים של הר הנגב'. צוות מומחים רב-תחומי – גאולוגי, הידרולוגי, אקולוגי ומתמחים במדעי החברה – נרתם למשימה וניסח יחד עם החקלאים ועם רשות הניקוז עקרונות לעיבוד אדמה בעמקים הנתונים לשיטפונות עונתיים. המחקר חוצה התחומים הניב תובנות לגבי מבנים בתוך המערכת החברתית-אקולוגית שמשמרים התנהגות לא אחראית כלפי שימור קרקע (Avriél-Avni et al., 2018) וכן לגבי ההשפעה של 'תאוריית הפעולה' של החקלאים השונים על עיבוד הקרקע ושימורה (Avriél-Avni et al., 2019) ונטייתם



איור 4

סיור שטח של מדעני פלטפורמה הר הנגב
פברואר 2022. צילום: דניאל אורנשטיין.

קיימות במרחב (2014–2018), עלה הצורך להכיר ולחזק את הקשרים עם הקהילה והמבקרים. הדבר נעשה דרך לימוד של תפיסות והעדפות, חיפוש המודל הנכון לחיבור בין הטבע לאדם (Orenstein and Shach-Pinsly, 2017) ולימוד דפוסי הפעילות בשטח באמצעות נוטטי GPS ויישומון (אפליקציה) ייעודי (Grinberger, 2019). בתום התקופה התמקד המחקר במבקרים ברמת הנדיב (700,000 בשנה) תוך אפיון חוויית הטבע, הזיקה לטבע והשְׁלוֹמוֹת (well-being) ובחינת שיטות שונות להעצמתן (Colléony et al., 2020). משתנים אלה נבחנו גם לפני ואחרי סגרי הקורונה, והראו, למשל, כיצד לאחר הסגר המוטיבציה העיקרית לביקור הייתה "רגיעה", לעומת מוטיבציות כמו למידה, ריגוש ומפגש חברתי. כלי נוסף לחיבור לטבע הוא השתתפות במדע אזרחי, למשל דרך גששות חיות בר, והאופן בו ההשתתפות עשויה להשפיע על משתנים כמו זהות מקומית ושייכות (בן דוד, דוקטורט בעבודה). במסגרת זו החל, בשיתוף מועצת זכרון יעקב, ניטור של היער העירוני בזכרון יעקב על ידי הקהילה לטובת טיפול ביער הקיים, טיפוחו וחידושו, וכמובן העלאת המודעות לחשיבות העצים וחיזוק הזיקה למקום. בשנת 2021 הוחלט להגדיר את חוויית הטבע של המבקר כאחד מנושאי הליבה של העשייה הארגונית. המהלך לווה במחקר תומך, בין השאר דרך פעולות עיצוביות בשטח שנועדו לבדוק את היעילות של תיווך ידע בדרך קוגניטיבית לעומת חוויה רגשית. אימוץ מודל הפלטפורמה ורישום רמת הנדיב ברשת האירופית (2020) נעשו עם ההכרה בהתרחבות המחקר באתר לכיוון החברתי כולל הכללת בעלי עניין מהמרחב (אזור 5). במסגרת זו מיוחסת חשיבות גבוהה לתקשורת המדע למקבלי החלטות ולציבור, ולפיתוח כלים תומכים, בהם הִתְחַזָּה (ויזואליזציה) מבוססת מדע של נוף הפארק כיום ובעתיד בתרחישי ניהול שונים (Hadar et al., 2021).

אדמונד דה רוטשילד, שהם ביטוי לפסיפס נופי ים תיכוני מגוון, שעוצב והושפע מפעילות אדם ארוכת שנים, ומייצג את השטחים הפתוחים בחבל הים תיכוני בישראל. הפארק מנוהל בגישת הממשק האקטיבי, הגורס שיש להתערב בתהליכים אקולוגיים להשגת סוגים שונים של תועלת לטבע ולאדם. אתגרי הניהול כוללים מניעת שרפות, שמירה על המגוון הביולוגי, התמודדות עם השפעות שינוי האקלים ועם מינים מתפרצים ופולשים, שמירה על קישוריות אקולוגית וצמצום קונפליקטים בין חיות בר ובני אדם, לצד ניהול עומסי מבקרים ויצירת חוויית ביקור משמעותית.

מזה כ-30 שנה נערכים ברמת הנדיב מחקרים אקולוגיים מגוונים, שנועדו לספק בסיס מדעי להחלטות הממשק, לשמר ולהעשיר לטווח הארוך את המגוון הביולוגי והנופי האופייני לפארק, ולפתח שיטות מחקר חדשות. לאחר כ-20 שנות מחקר קצר טווח הוחלט ב-2003 להקים תחנה לניטור ארוך טווח, כחלק מרשת LTER ישראל ואירופה. במסגרת זו, ולצד מחקרים העוסקים בשאלות ממוקדות, מנטרים באופן רציף משתנים ואורגניזמים בעלי משמעות לניהול השטח או כאלה המהווים אינדיקטורים למצב המערכת האקולוגית, ובהם צבאים, חוגלות, ציפורי שיר, אלונים, דבורים, צומח עשבוני ועוד. הנתונים נאספים ישירות למסד נתונים נגיש ברשת, המאפשר ביצוע מחקר וממשק אינטגרטיבי מבוסס ידע, וכנתוני ייחוס לעתיד לבוא. מדיניות זו השפיעה גם על פרויקטים קצרי טווח שמתבצעים בסטנדרטים גבוהים ואחידים, ומחויבים בשיתוף הנתונים ובמתן המלצות לניטור עתידי.

לאורך השנים ועם הצטרפות רמת הנדיב לרשת LTER אירופה התפתח המחקר מהתמקדות באוכלוסיות ובחברות לתפיסה הוליסטית יותר, הרואה את הפארק כמערכת שלמה ואת האדם כחלק ממנה. לצד הקמת "השותפות לקיימות אזורת" (Apel and Lahat, 2021), שפעלה לקידום



איור 5

מפגש בעלי עניין בפרויקט השותפות לקיימות אזורת ברמת הנדיב דצמבר 2017. צילום: הילה אלטר.

מסקנות ודין

לסוגיות חברתיות-אקולוגיות רגישות.

הצלחת הפלטפורמה תלויה גם במידת האמון בין צוות המחקר ובעלי העניין השונים. אמון חיוני לתפקוד הבסיסי של הפלטפורמה כדי להבטיח שותפות במחקר והשקעת זמן בפלטפורמה מצד בעלי העניין (למשל, מילוי שאלונים או השתתפות בפגישות). צוות הפלטפורמה לא יכול להיתפס כמנתק מהשטח או כאדיש להשלכות שיש לצעדי מדיניות או ניהול על בעלי העניין עצמם (קרי, החוקרים לא יכולים לחשוב רק על איכות הסביבה או על שלמות אקולוגית, אלא גם על הצרכים המידיים של בעלי העניין). הפעילויות הקשורות לשיתוף הציבור דורשות שעות עבודה רבות. פגישות, דאגה ליחסי ציבור, עבודת חינוך והסברה והפעלת רשתות חברתיות גוזלות זמן יקר ומשאבים מצד החוקרים. ברוב המקרים העיסוק בנושאים אלה אינו מוערך על ידי המעסיקים בתחנות ובמוסדות המחקר, ואינו נתפס כחלק מהתפקיד. פתרון אפשרי, בהתאם לתקציבים, הוא הקצאת כוח אדם ייעודי לנושאים אלה.

גם מימון הפעילות הוא אתגר מרכזי. פעילויות רבות בפלטפורמה נחשבות מחוץ לתחום של מחקר מסורתי, ולכן אינן מקבלות ביטוי בתקציבי מחקר. יש למצוא קרנות ייעודיות שמוכנות לממן מחקר חוצה תחומים המבוסס על תהליכים ולא על תוצאות בלבד. ישנן מספר קרנות בארץ ובחו"ל המכירות בערך של מחקרים סוציו-אקולוגיים: למשל, נקודת ח"ן, שמימנה מחקר חוצה תחומים ששילב חוקרים, תעשייה וכורמים (Teschner and Orenstein, 2021), או קרן יד הנדיב שמימנה פרויקט חמש-שנתי לשותפות בין רמת הנדיב והקהילות שסביבה לקידום קיימות אזורית ושיפור המדיניות בתחומים שונים. גיוס תקציבים למחקרים ארוכי טווח ובין-תחומיים מאתגר אף הוא, כנראה בשל תאוריית הפעולה המקובלת על רוב הרשויות, המבוססת על הבחנה בין חברתי לאקולוגי ושואפת לפתרונות מהירים ונקודתיים.

ראוי לציין גם שישנה רתיעה מצד בעלי העניין מהחלת מסגרת ארגונית חדשה ונוספת לאלה הקיימות, ולפעמים הם 'מתעייפים' מעודף מאמצים של חוקרים וארגונים שונים 'לשתף פעולה' (קרי: "stakeholder fatigue"). גם התפיסה העומדת בבסיס פלטפורמות LTSER, שתומכת בביסוס פתרונות מקיימים על נתונים ארוכי טווח, עומדת בניגוד לרצון בעלי העניין לקבל תשובה 'כאן ועכשיו'.

יעדים לעתיד

האתגר הגדול ביותר של רשת LTER ישראל בהקשר לפלטפורמות LTSER הוא לבסס את ארבע הפלטפורמות עם תקציבים קבועים, תמיכה מוסדית, וצוות מחקר מיומן במחקר חוצה תחומים. הארגון האירופי מפתח בימים אלה את גישתו למחקר הסוציו-אקולוגי חוצה התחומים. פעילות זו כוללת הכנת מפרטים לפלטפורמות LTSER

תרומת פלטפורמות LTSER לקידום קיימות אזורית

התדרדרות סביבתית המאיימת על רווחת האנושות ממשיכה חרף התקדמות משמעותית בהבנת המניעים והמנגנונים של אתגרים חברתיים-אקולוגיים. מוסדות מחקר שונים מקדמים קיימות ברמה הרעיונית-אקדמית, אך לעיתים קרובות אינם מגשימים את עקרונותיה ברמה החברתית-פוליטית או מתפקדים כסוכני שינוי. כדי לענות על הצרכים העכשוויים של החברה האזרחית התפתח מדע סוציו-אקולוגי חוצה תחומים. הוא מבוסס על עקרונות קיימות מוכחים, כגון שיתוף חוקרים, בעלי עניין, שקיפות והערכה שגרתית (רפלקציה).

סקירה קצרה זו הציגה שלוש פלטפורמות ישראליות שמיישמות את תאוריית המחקר הסוציו-אקולוגי, ואת עקרונות העבודה שמניעים אותן: מחקר בין-תחומי וחוצה תחומים, מחקר ממוקד פתרונות ושיתוף מלא עם מגוון בעלי עניין. טבלה 1 משווה את התכונות העיקריות של כל פלטפורמה. את התוצאות החיוביות המרכזיות של פעילויות הפלטפורמות ניתן לייחס לתהליך, ולא דווקא לתפוקה. שיתוף הפעולה ההדוק עם בעלי העניין הניב הצלחות כגון: חיזוק הקשרים בין חוקרים בתחומי מחקר שונים; חיזוק האמון בין חוקרים לבעלי העניין השונים – החוקרים נתפסים כ"יוצאים מהבועה שלהם", ולכן כנגישים יותר; נושאי המחקר מותאמים יותר לצרכים האזוריים; יצירת הזדמנות לבניית מסגרת ותרבות של שיתוף פעולה בין רשויות שפועלות על פי רוב בהתאם לתחומי האחריות שלהן בלבד – העבודה המשותפת יוצרת הזדמנות לזהות ביחד אתגרים סביבתיים, לעצב את המחקר ולדון בתוצאות ובהשלכותיהן.

לסיכום, המאפיינים ודרכי הפעולה של פלטפורמות LTSER מחזקים את השפעתן במרחב ותורמים להפיכת המוסדות התומכים בהן לסוכני שינוי חברתי-אקולוגי משמעותי.

האתגרים

לצד ההצלחות ישנם אתגרים מתמידים רבים בהקמה, בהפעלה ובתחזוקה של פלטפורמה למחקר חוצה תחומים. פלטפורמת LTSER היא ישות רעיונית שקיומה תלוי בתודעת בעלי העניין. לפיכך, נדרש מאמץ מתמשך לשימור יחסי הציבור. ניהול הפלטפורמה מצריך כישרון מיוחד ביחסים בין-אישיים ובניהול קבוצות מגוונות של חוקרים ובעלי עניין שונים ("גיבורי קיימות" – Orenstein and Shach-Pinsly, 2018). עובדה זו משמעותית יותר כשמביאים בחשבון שיעוד הפלטפורמה הוא חקר אתגרים סוציו-אקולוגיים מורכבים במיוחד עם בעלי עניין שונים שלעיתים נמצאים במצב של ניגוד עניינים (גלוי או סמוי). בשל כך, על צוות המדענים של הפלטפורמה לשמש לעיתים קרובות מגשר ולעבוד עם כל צד בנפרד כדי למצוא מענה בר-קיימא

פלטפורמה	בעלי העניין	נושאי המחקר	דוגמאות לאינטגרציה של תחומי דעת שונים	דוגמאות לאתגרים עיקריים לקיימות
הערבה	מועצה אזורית חקלאים ואיגודים חקלאיים תיירנים החברה להגנת הטבע רשות הטבע והגנים סבב"ע – סביבה בריאה בערבה פארק הצפרות אילת מכון הערבה ללימודי סביבה מו"פ ערבה דרומית מו"פ מדבר וים המלח	תפיסות שירותי המערכת האקולוגית בין אוכלוסיות שונות פוטנציאל כלכלי של אקו-תיירות, חקלאות, ייצור אנרגיית שמש השפעת זיהום קרקע על עצי שיטה המגוון הביולוגי והשפעת הפעילות של בני האדם בסביבות שונות (למשל חולות, חקלאות) יחסי אדם-טבע בשני צידי הגבול עם ירדן	מחקר אגרו-אקולוגי, שירותי מערכת אקולוגית ממערכות חקלאיות, חקלאות בת-קיימא מדברית שיקולים של שירותי המערכת האקולוגית בתכנון שימושי קרקע השפעות של תיירות אקולוגית על קהילות באזור	פיתוח כלכלי רגיש לתנאי מדבר (למשל בחקלאות, בתעשייה, בהתיישבות) שמירת הטבע מול לחצי פיתוח (למשל הרחבת חקלאות ושדות פאנלים סולאריים) שמירת אוכלוסיית עצי שיטה שמירה על ציפורים נודדות
הר הנגב	רשות הטבע והגנים תיירנים רשות ניקוז ים המלח משרד החקלאות קק"ל רועים בדואים מערכת החינוך תושבי עיירות פיתוח חקלאים צה"ל	השפעה של תיירות, טיילות ורעיית גמלים על המגוון הביולוגי ההשפעה של שינוי האקלים על המגוון הביולוגי אפיון תחושת מקום בקרב קהילות שונות	ניהול שמורת הר הנגב במסגרת שירותי המערכת האקולוגית פיתוח שיטה לחקלאות משמרת קרקע בעמקי הר הנגב ניהול שמורת מכתש רמון – תחנת LTER בנחל גוונים כנסים חוצי תחומים (חולמים עתיד משותף בהר הנגב, רעיית גמלים בהר הנגב)	הכחדת מינים מדבריים סחיפת קרקע שימור מסורת הרועים הבדואים חוסר אחריות סביבתית אזורית
רמת הנדיב	רשויות מקומיות ואזוריות ותושביהן ועדות חקלאיות משרד החקלאות רשות הטבע והגנים חוקרים באקדמיה כבאות והצלה מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט המועצה לבנייה ירוקה קק"ל	ניטור ארוך טווח של סט משתנים בעלי משמעות לניהול הפארק (מ-2003) אוכלוסיית הצבאים בפארק הטבע מיתון הנזקים האקולוגיים של המיינה המצויה מינים פולשים דבורי דבש ודבורי בר השפעת האקלים על תהליכי התחדשות, צמיחה ותמותה ניצול מים ממוחזרים לגידול ערבות למספוא ולרעייה העצמה קהילתית באמצעות מדע אזרחי לימוד והגברת חוויית הטבע של המבקרים ברמת הנדיב	כנסים בין-תחומים (כיבוי שרפות ומניעתן, קונפליקטים בין חיות בר ובני אדם) קידום ותכנון של המסדרון האקולוגי בין רמת הנדיב לרמות מנשה מיפוי קהילתי של היער העירוני בזכרון יעקב ותוכנית לטיפוחו ולהרחבתו ביישוב פיתוח ויישום של מודל חזותי לנוף הפארק העתידי (בתרחישי ניהול שונים) פעולות עיצוביות ושיווקיות להגברת חוויית הטבע של המבקרים	צמצום מדרך הפחמן (למשל פעולות לאיפוס אנרגטי, הפחתת פסולת, גינון בר-קיימא) שמירה על מערכות אקולוגיות בריאות ומתפקדות התומכות במגוון הביולוגי (למשל, התמודדות עם מיני עופות וצמחים פולשים, ממשק למינים בעלי עניין: נדירים, בסכנת הכחדה) העצמת חוויית הביקור ברמת הנדיב, הרחבת הנגישות לקהלים רחבים וחיזוק הקשר לטבע

הישראליות הוא אתגר נוסף. אנו טוענים שהפעלת מסגרות מחקר עם התכונות המפורטות לעיל תוביל למהפך קיימות, והפער בין הידע לגבי קיימות ובין המעשים המחלישים את המערכת החברתית-אקולוגית, ייסגר.

שהמחקר יתקיים בהן, הגדרת המשתנים הסטנדרטיים שיאספו במסגרת הפלטפורמות, ומשאבי האנוש, המומחיות והפעילויות הנדרשים (Holzer and Orenstein, in print). יישום הקריטריונים החדשים האלה בפלטפורמות

מקורות

- Haberl H, Winiwarter V, Andersson K, Ayres RU, Boone C, Castillo A, et al. 2006. From LTER to LTSE: conceptualizing the socioeconomic dimension of long-term socioecological research. *Ecology and Society*, 11(2), Article 13.
- Hadar L, Orenstein DE, Carmel Y, Mulder J, Kirchhoff A, Perevolotsky A, et al. 2021. Envisioning future landscapes: A data-based visualization model for ecosystems under alternative management scenarios. *Landscape and Urban Planning*, 215, 104214.
- Holzer JM and Orenstein DE. 2023. Organizational transformation for greater sustainability impact: recent changes in a scientific research infrastructure in Europe. *Landscape Ecology*, In print.
- Holzer JM, Adamescu CM, Cazacu C, Díaz-Delgado R, Dick J, Méndez PF, et al. 2019. Evaluating transdisciplinary science to open research-implementation spaces in European social-ecological systems. *Biological Conservation*, 238, 108228.
- Lang DJ, Wiek A, Bergmann M, Stauffacher M, Martens P, Moll P, et al. 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7, 25–43 (Suppl 1).
- Lewis SL and Maslin MA. 2015. Defining the Anthropocene. *Nature*, 519, 171–180.
- Orenstein DE, Angelstam P, Dick J, Holzer J, and Sijtsma, F. 2019. Long-Term Socio-Ecological Research Platforms: A Best Practices Handbook. eLTER-Horizon 2020.
- Orenstein DE and Shach-Pinsley D. 2017. A comparative framework for assessing sustainability initiatives at the regional scale. *World Development*, 98, 245–256.
- Ostrom E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422.
- Singh SJ, Haberl H, Chertow H, Mirtl M, and Schmid M (Eds). 2013. *Long Term Socio-Ecological Research – Studies in Society–Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales*. Dordrecht: Springer.
- Steffen W, Rockström J, Richardson K, Lenton TM, Folke C, Liverman D, et al. 2018. Trajectories of the Earth system in the Anthropocene. *PNAS*, 115(33), 8252–8259.
- Teschner N and Orenstein DE. 2022. A transdisciplinary study of agroecological niches: understanding sustainability transitions in vineyards. *Agriculture and Human Values*, 32, 33–45.
- בן-משה נ ורנן א (עורכים). 2022. דו"ח מצב הטבע 2022. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- דולב ע ופרבולוצקי א. 2002. הספר האדום של החולייתנים בישראל. רשות הטבע והגנים. ירושלים.
- Apel N and Lahat L. 2021. Example: The partnership for regional sustainability as a collaborative governance arrangement. In: Sher-Hadar N, Lahat L, and Galnoor I (Eds). *Collaborative Governance: Theory and Lessons from Israel*. Palgrave Macmillan. pp. 267–275.
- Avriel Avni N, Holzer J, Shachak M, Orenstein D, and Groner E. 2018. Using transdisciplinary action research. Toward sustainable management in the Negev Highlands. In: TA Mapotse (Ed). *Cross-Disciplinary Approaches to Action Research and Action Learning*. IGI Publisher.
- Avriel-Avni N, Avni Y, Babad A, and Meroz A. 2019. Wisdom dwells in places: What can modern farmers learn from ancient agricultural systems in the desert of the Southern Levant? *Journal of Arid Environments*, 163, 86–98
- Avriel-Avni N, Rofe Y, and Scheinkman FG. 2020. Spatial modeling of ecosystem value to humans: Life supporting systems and human wellbeing. *Society and Natural Resources*, 34(5), 1–18.
- Berthet ET, Bretagnolle V, and Gaba S. 2022. Place-based social-ecological research is crucial for designing collective management of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 55, 101426.
- Colléony A, Levontin L, and Schwartz A. 2020. Promoting meaningful and positive nature interactions for visitors to green spaces. *Conservation Biology*, 34(6), 1373–1382.
- Dick J, Orenstein DE, Holzer JM, Wohner C, Achard AL, Andrews C, et al. 2018. What is socio-ecological research delivering? A literature survey across 25 international LTSE platforms. *Science of the Total Environment*, 622–623, 1225–1240.
- eLTER. n.d1. Integrated European Long-Term Ecosystem, critical zone, and socio-ecological Research. <https://elter-ri.eu>
- eLTER. n.d2. Overview. <https://elter-ri.eu/overview-european-elter>
- Goldreich Y and Karni O. 2001. Climate and precipitation regime in the Arava Valley, Israel. *Israel Journal of Earth Sciences*, 50(2–4), 53–59.
- Grinberger AY. 2019. Weighting the effects of spatial cognition and activity anchors on time-space activity. *The Professional Geographer*, 71(1), 52–64.