



יער

כתב-עת
לניהול יערות
ושטחים פתוחים

גיליון 28 | יוני 2025 | תמוז תשפ"ה





תוכן עניינים

3	בפתח הגיליון יפעת עובדיה-לוסקי	3	מן השטח
4	משולחנו של מנהל אגף הייעור גלעד אוסטרובסקי	51	החזית מול לבנון במלחמת חרבות ברזל והשפעתה על יערות הצפון צליל דידנר
6	מדוע המגוון הביולוגי הוא המונח המרכזי בשמירת טבע בעשורים האחרונים? ניב דה-מלאך	53	בקצרה
8	צל עץ תמר – סקר מצב אוכלוסיות התמרים בנגב ובערבה (מאילת ועד חוף אשקלון) רועי גלילי, אריאל מרוז, יובל כהן, גיא בר עוז	56	שיחה עם
20	התמודדות בעצי הנוי והיער עם נגע האמברוזיה, החיפושית <i>Euwallacea fornicatus</i> והפטירות הסימביוטיות שהיא נושאת צביקה מנדל, סטנלי פרימן, אילן נזריאן, ענת אידלמן, ניצן בירנבוים, אלי בקר, כול בנימין, עומר גולן, שחר סמרה, דניאל בן סימון, מאור אלרון, דנה מנט	62	יער של ספרים
29	ניתוח העדפות קהל של מבקרים מעל גיל 65 בחינוכי יערות קק"ל ערן כתר, יערה שפיגל, נגה קולינס-קריינר	64	עצים ששווה להכיר
37	חקר יזמויות בשטחי הייעור של קק"ל באמצעות יעדי פיתוח בר-קיימא נוגה לכמן-ברק, יעל רם, נגה קולינס-קריינר	III	תקצירים באנגלית
46	מאמרים קצרים		
	אומדן היבטי קיימות והשפעה על שטחים פתוחים במערכות אגרו-וולטאיות בשדות ובמטעים בהשוואה לחממות לירון אמדור, איברהים יחיא		



יער

כתב-עת
לניהול יערות
ושטחים פתוחים

גיליון 28 | יוני 2025 | תמוז תשפ"ה

עורכת:

ד"ר ענת מדמוני

ועדת העורכים:

ד"ר גלעד אוסטרובסקי

ד"ר ענת מדמוני

ד"ר שני רוהטין-בליץ

חברי המערכת:

ד"ר גלעד אוסטרובסקי

ד"ר דניאל אורנשטיין

אביב אייזנבנד

ד"ר יגיל אסם

ד"ר ניב דה-מלאך

ד"ר רקפת דוד-שוורץ

אביגיל הלר

פרופ' דן יקיר

ד"ר עודד כהן

פרופ' צביקה מנדל

ד"ר דורון מרקל

עדי נוי איוניר

ד"ר הילה סגרה

ד"ר מיכאל ספרינצין

ד"ר אורית סקוטלסקי

ד"ר יקיר פרייזלר

ד"ר עידן קופלר

ד"ר תמיר קליין

אסף קרואני

ד"ר שני רוהטין-בליץ

אורי רמון

פרופ' אפרת שפר

עריכת לשון ותוכן:

ענבר קמחי-אנגרט

עריכת לשון באנגלית:

ד"ר אסתר לחמן

עיצוב גרפי:

אורית ישעיהו

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

Yaar.magazine@kkk.org.il

הוצאה לאור:

קרן קימת לישראל

מנהל פיתוח הקרקע

אגף הייעור

היחידה לפרסומים, קשרי ציבור

© כל הזכויות שמורות

ISSN

2957-7403 (בדפוס)

2957-739X (באינטרנט)

אתר כתב העת "יער באינטרנט"

www.kkl.org.il/forest-online-journal

אתר קק"ל באינטרנט

www.kkl.org.il

לפרטים ולהרשמה לאירועים ביערות ובאתרי קק"ל:

קו ליער: 1-800-350-550

תמונת כריכה:

נחל גחר בפארק רמת מנשה

צילום: רועי טימור



בפתח הגיליון

קוראות וקוראים יקרים,

יוזמות ייעור חדשניות המושתתות על עקרונות של פיתוח בר-קיימא, ועל האתגרים שמציב בפנינו נגע האמברוזיה – אחד האיומים המשמעותיים ביותר על עצי היער.

במדור 'מן השטח' תיחשפו להשפעתה של המלחמה האחרונה בצפון על יערותינו, ותקבלו הצצה לעולמם של עצים נדירים ומיוחדים.

קרן קימת לישראל ממשיכה ללוות את השטח – בידע, בתכנון ובחזון ציוני בן-זמננו – המאזן בין שמירה על ערכי טבע, חיצוק הקשר בין אדם לאדמה, ופיתוח קהילתי בר-קיימא. "יער" הוא ביטוי למחויבות זו, ולרוח הגדולה שמאחורי העשייה.

בברכה,

יפעת עובדיה-לוסקי
יושבת ראש קרן קימת לישראל

אני שמחה לברך אתכם עם צאתו לאור של גיליון 28 של "יער – כתב עת לניהול יערות ושטחים פתוחים". גם הפעם אנו מביאים בפניכם שילוב ייחודי של מחקר, עשייה ותובנות אישיות – המשקפים את החיבור העמוק בין האדם לאדמתו ואת האחריות ההולכת וגוברת שלנו לשמירה על מרחבי הטבע של ארץ ישראל.

הגיליון הנוכחי עוסק בשאלות של שימור, פיתוח והתחדשות – מושגים השזורים בתולדותיה של הציונות ובהגשמה המתמשכת של אהבת הארץ הלכה למעשה. תמצאו בו מאמר על מצבו של עץ התמר באזורי הנגב והערבה – עץ ארץ-ישראלי עתיק, שנטוע עמוק בנופי התנ"ך ובהתיישבות החקלאית לדורותיה. תקראו על התחושות וההעדפות של אזרחים ותיקים ביערות קק"ל, על



משולחנו של מנהל אגף הייעור

קוראות וקוראים יקרים,

הרב-שנתי לבין כמות המשקעים שירדו השנה: ברוב אזורי הארץ נמדדו פחות מ-50% מכמות הגשמים הממוצעת, ובאזורים כמו הגולן, הגליל העליון, עמק יזרעאל, שפלת יהודה והנגב – הירידה הייתה משמעותית אף יותר.

השלכות החורף השחון ניכרות באופן מיידי בירידה ניכרת בזרימות בנחלים, בשפיעת המעיינות ואף בהתייבשותם. ההשפעה על הצומח ניכרת בצימוח הנמוך של העשבונים, ומקנן חשש כבד מפגיעה בעצים שעלולה להתבטא בהתייבשות ובתמותת עצים – בייחוד באזורים הצחיחים למחצה, ברגישות גבוהה למזיקים ובסיכון מוגבר לשרפות בגלל ההתייבשות המוקדמת של הצומח. החורף השחון והחום הגדול הממהר לבוא רק מגבירים ומחדדים את ההבנה שהיער הוא משאב יקר מפז – לא רק עבור הטבע, אלא גם כמרכיב בחוסן האקלימי, החברתי והנפשי של החברה כולה.

בגיליון הנוכחי תמצאו מגוון של מאמרים וסקירות מעולם היער, וכדרכנו ביקשנו להביא ידע מעמיק, גישות חדשות, ותובנות מעשיות מהשטח ומשדה המחקר. אני מבקש להפנות את תשומת לבכם למאמרו של ניב דה-מלאך, שנכתב כתגובה לשיחה שפורסמה בגיליון הקודם עם פרופ' אבי פרבולוצקי, ונסובה בעיקרה על מושג המגוון הביולוגי.

גיליון 28 רואה אור זמן לא רב לאחר שתי שרפות גדולות ביער אשתאול ובפארק קנדה. השרפות, בשטח כולל של כ-20,000 דונם, מהגדולות אי פעם, פרצו בימים חמים עם אחוזי לחות נמוכים ורוחות עזות שגרמו לחזית האש להתקדם במהירות רבה ולהקשות על פעולות הכיבוי. הלב כואב למראה הנוף השחור והיערות השרופים, ודאגה עמוקה מלווה אותנו כבר בראשיתו של הקיץ. כוחות הכיבוי של קק"ל ושל כב"ה עדיין בשטח בכוננות גבוהה למניעת התחדשות השרפה, ואני מבקש להודות לעובדים הרבים מקק"ל שנלחמו באש וללוחמי האש של כב"ה שהצטרפו בכוחות גדולים. אנו נמצאים בשלב ראשון של איסוף הנתונים, ניתוח חומרת השרפה והתנהגות האש ביחס לכיוון הרוח ופעולות הכיבוי שנעשו. לפנינו עבודה רבה בתיקון הנזקים, בפעולות בטיחות באתרים קולטי קהל ולאורך הדרכים, ובקרב נתחיל לתכנן מהלך רב-שנתי על פי המדיניות וההנחיות שלנו. השרפה הגדולה הזכירה לכולם שאנחנו בעיצומה של תקופה רגישה למערכות הטבע בישראל – אנו עדים להצטלבות חריפה בין אתגרי האקלים, שינויי הסביבה ולחצים הולכים וגוברים על השטחים הפתוחים ועל היערות בפרט. החורף האחרון, תשפ"ה, היה השחון ביותר בעשורים האחרונים, והותיר את חותמו בכל מרחבי הארץ. מפת פיזור המשקעים באתר השירות המטאורולוגי מצביעה על פער חריגים בין הממוצע

ניב מרחיב את הדיון ומראה לנו שמושגים נוספים מעולם האקולוגיה שנעשו שגורים בפי כול – 'שלמות המערכת', 'בריאות המערכת' ואף 'שירותי המערכת' – הם מטפורה, האנשה של המערכת האקולוגית. ובעוד אנחנו מנהלים ומעוניינים לקבוע מטרות ניהול, המאפיין הבולט של המערכת האקולוגית הוא שאין לה ניהול מרכזי.

לצד זאת, הגיליון מביא קשת עשירה של מאמרים, מחקרים ועדויות מהשטח. מהסקירה המרשימה של אוכלוסיות עצי התמר לאורך הערבה והנגב, דרך ניתוח התנהגות אזרחים ותיקים המבקרים ביערות קק"ל, ועד לעיסוק במזיקים חדשים המאיימים על עצי היער והנני – ובפרט נגע האמברוזיה והשלכותיו. מאמר קצר וחשוב עוסק במיזמים אגרו-וולטאיים ובהשפעותיהם על שטחים פתוחים, תחום חדשני שמאתגר את האיזון שבין ייצור אנרגיה לבין שמירה על שטח חקלאי פתוח ומניב.

עוד תמצאו בגיליון שיחה עם מימי רון, בוטנאית מומחית ופעילה ותיקה בתחום הצומח, דיווחים מגבול הצפון על השפעות העימותים הביטחוניים על היערות, והצגת עץ מקומי – האלון של שייח' עבדאללה – כסמל לחיבור בין טבע, היסטוריה וזהות מקומית.

אני מודה לכל השותפים ליצירת הגיליון – העורכים, הכותבים, החוקרים ואנשי השטח שמביאים בפנינו את העושר הרב והמגוון שטמון ביער ובמרחבים הפתוחים. אני מזמין אתכם לקרוא במדור 'יער של ספרים' על מרחבי הבר, ומקווה שיתעורר בכם הרצון לקרוא את האסופה במלואה ולצאת אל מרחבי הבר שלנו בישראל.

בעת כתיבת שורות אלה, לאחר פסח, חג החירות שלנו, עדיין מוחזקים בשבי בעזה 58 חטופים שחייהם בסכנה יום-יומית. חובתנו שלנו היא לקרוא להצלתם ולפעול להשיב להם את חירותם.

קריאה מעניינת,



גלעד אוסטרובסקי

היערן הראשי ומנהל אגף הייעור



תגובות

ניב דה-מלאך

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים
niv.demalach@mail.huji.ac.il

מדוע המגוון הביולוגי הוא המונח המרכזי בשמירת טבע בעשורים האחרונים?

המינים לא יתקיימו. פרבולוצקי מזכיר את הגלובל כדוגמה למקום שהתפרסם בזכות האירוסים שבו, בעוד שהחשיבות שלו לשמירת טבע איננה מצומצמת רק למין אחד, אלא גדולה בהרבה.

חלופה אחרת מבוססת על האנשה של המערכת האקולוגית, וכוללת מונחים כגון "תפקוד המערכת", "בריאות המערכת", "שלמות המערכת", "שירותי המערכת". לטעמי האישי, המונחים הללו מבלבלים, כי לוקחים אוסף של מינים שפועלים כל אחד עבור עצמו, ומכניסים אותם לתוך מטפורה. הציבור הרחב אינו מבין שמדובר במטפורה, ומתאר לעצמו את המערכת האקולוגית כמעין "אורגניזם-על" שיש לו ניהול מרכזי וצרכים אחידים. עשרות פעמים שאלו אותי "מה טוב עבור המערכת האקולוגית?", ואני תמיד עונה את אותה תשובה: מדובר על מגוון רחב של אורגניזמים ולעיתים מה שטוב לאחד, רע לאחר. המאפיין העיקרי של מערכת אקולוגית הוא שאין לה ניהול מרכזי!

למרות הבלבול במינוח צריך להתייחס לתהליכים של מעבר חומר ואנרגיה בין האורגניזמים לסביבתם. מדענים מכנים את התהליכים הללו תהליכים של מערכת אקולוגית (ecosystem processes) או תהליכים ביוגאוכימיים. שוב, כמו במגוון הביולוגי, כדי להפוך את המונחים הללו

נהייתי מאוד מקריאת הריאיון של גלעד אוסטרובסקי עם פרופ' אבי פרבולוצקי [בגיליון 27](#). נפלא ללמוד על ההתפתחות שלו לאורך השנים במדע ובשמירת טבע ולהתרשם מהתובנות שלו במגוון רחב של תחומים. אכן, קשה להפריז בתרומה של פרבולוצקי לניהול שטחים בישראל ולחינוך סביבתי. ברמה האישית, קורס האקולוגיה שאני מלמד באוניברסיטה מושפע רבות מהספרים שלו, שמחברים בין התאוריה האקולוגית למחקרי שדה בישראל.

אחת התובנות שקיבלתי מהריאיון היא לגבי המגוון הביולוגי כמונח. עבור חוקרים מהדור שלי, המונח נראה מובן מאלין, אך פרופ' פרבולוצקי מספר שבעידן לא רחוק, בסוף שנות ה-90, הוא היה עדיין שולי בשמירת טבע. פרבולוצקי מציג תפיסה ביקורתית כנגד המונח, והוא כמובן איננו היחיד. אני נתקל בהרבה התנגדויות למונח הזה, ועל כן אנסה להציג את היתרונות שלו כמושג מאחד לשמירת טבע.

קודם כול, יש לחשוב על החלופות. אילו רעיונות יכולים להיות בסיס לשמירת טבע? הגישה הקלאסית התמקדה בשמירה על 'מיני דגל' – לרוב מינים אטרקטיביים בעיני הציבור, כגון יונקים, עופות או צמחים יפים, אך כיום מקובל שזו גישה צרה שאינה מתחשבת בהרבה מרכיבים חשובים של המערכת – מינים אטרקטיביים פחות שבלעדיהם שאר

הכורכר שיש בה מינים ייחודיים, עלול לגרום להכחדה של המינים הללו בארץ, וכך להקטין את עושר המינים במדינת ישראל. יתרה מזאת, אם בבית הגידול של הכורכר חיים מינים אנדמיים שגדלים רק בישראל, אז הכחדה שלהם משמעה הקטנת המגוון הביולוגי בסקאלה עולמית. באופן דומה, תוספת מינים פולשים יכולה להגדיל את מספר המינים בישראל, אבל להכחיד מינים ייחודיים לישראל, וכך להקטין את המגוון העולמי. כשאנחנו מינים שתלנתנים פולשים לאזורים שונים, קטנה הייחודיות הטבעית של האזור. ייחודיות טבעית זו היא אלמנט של מגוון בטא, והיא נמדדת לפי השוני בהרכב המינים בין האזורים השונים.

כמובן שיש אלמנטים רבים נוספים בשמירת טבע, ולכן אין רק מונח אחד שיכול לשמש באופן בלעדי. כמו כל מונח, יש חשש שהשימוש בו יהפוך לסיסמה או יגרום לנו לעצלות מחשבתית בהגדרת המטרות. במאה האחרונה פיתחו אקולוגים עשרות מדדי מגוון. כבר לפני עשרות שנים הפרידו בין מדדי מגוון מוטי-מינים נדירים (כמו עושר מינים) למדדים מוטי-מינים נפוצים (כמו מגוון סימפסון). כמו כן, מאז ראשית המאה ה-20 מדענים בוחנים את הקשר בין גודל השטח למספר המינים, מתוך הבנה שמגוון הוא תלוי סקאלה. בעשורים האחרונים נכנסה התייחסות לרכיבים נוספים במערכת מעבר למגוון המינים, כמו מגוון תכונות, מגוון פילוגנטי, מגוון גנטי, מגוון בתי גידול וכדומה. מצד אחד, כדי להעמיק יש צורך במדדים רבים, ומצד שני, ריבוי המדדים מוביל לבלבול – אין פתרון קסם.

האתגר העיקרי של שמירת הטבע בימינו הוא כיצד להשתמש במדדים השונים כבסיס לקביעת מטרות ויעדים בניהול השטחים הפתוחים. זה אתגר כפול: ברמה הרעיונית קשה להגדיר את המטרות כשיש כל כך הרבה אורגניזמים ללא ניהול מרכזי; ברמה המעשית, לרוב המדדים הרלוונטיים ביותר הם גם הקשים ביותר למדידה. למשל, קל למדוד אורגניזמים גדולים, אבל עושר המינים של האורגניזמים הקטנים גדול יותר. קל יותר לכמת מגוון בסקאלה קטנה, אבל, לרוב אנחנו מתעניינים במגוון בסקאלה גדולה.

לשימושיים למדע או לשמירת טבע חייבים להגדיר אותם בצורה ספציפית יותר, למשל, קיבוע פחמן או ויסות שיטפונות. בכל מקרה, אני לא חושב שאפשר להתמקד בשירותי המערכת האקולוגית בתור הבסיס העיקרי לניהול שטחים פתוחים. לדוגמה, אם נגלה שהערך הכלכלי של שמורת טבע נמוך מאשר ערכו של שטח עירוני, נחליט לוותר על שמורת הטבע? אם נגלה שהערך של יער למיתון שינוי האקלים נמוך משחשבנו, נוותר על יערות?

'המגוון הביולוגי' הוא מונח כללי מאוד, ולכן יש הטוענים שמבחינה מדעית טהורה קשה לעבוד איתו. הטיעון הזה נכון כמובן, אבל הוא נכון לגבי כל מונח כללי. גם עם 'שינוי האקלים' אי אפשר לעבוד מדעית, ולכן מדעני אקלים משתמשים במדדים ספציפיים יותר, שמתארים גלי חום, גלי קור, התפלגות משקעים, לחות יחסית וכדומה. באותה מידה 'המגוון הביולוגי' מתאים כמטרה כללית לשמירת טבע, אבל כדי לכמת את המגוון יש צורך במדדים ספציפיים.

ברוב המקרים שמירת טבע עוסקת במגוון הביולוגי, אבל לעיתים לא מוגדר עד הסוף לאיזה מגוון הכוונה. למשל, כאשר יש שתי שמורות דומות ונצטרך להקריב אחת מהן, נעדיף להציל יותר מינים, ולכן נבחר בשמורה שיש בה יותר מינים. אולם מה קורה כשמשווים בין בתי גידול שונים? פרופ' פרבולוצקי הזכיר את חשיבותו של צומח הכורכר של מישור החוף. במקרים רבים מספר מיני הצומח בשמורות הכורכר קטן יותר מזה שבבתה עשבונית באזור ההר. האם זה אומר שנוותר על שמורות הכורכר? אנשים רבים שאלו אותי את השאלה הזו בניסוח זה או אחר, כדי להדגים את חוסר התוחלת של התמקדות בעושר מינים. שאלה אחרת שעולה היא מדוע להתנגד למינים פולשים. ברוב מדינות העולם (כולל בישראל), מספר המינים עלה במאה השנים האחרונות "בזכות" התווספות מינים פולשים (שעולה על קצב ההכחדות!).

התשובה לשאלות הללו קשורה לסקאלה שמשמשת להגדרת המגוון. שמירת טבע מתייחסת לרוב לסקאלה גדולה ולא לסקאלה של שמורה בודדת. ויתור על שמורת



צל עץ תמר – סקר מצב אוכלוסיות התמרים בנגב ובערבה (מאילת ועד חוף אשקלון)

רועי גלילי^{1*} | אריאל מרוז² | יובל כהן³ | גיא בר עוז¹

- 1 בית הספר לארכאולוגיה ותרבויות ימיות, אוניברסיטת חיפה
- 2 מו"פ מדבר וים המלח, מצפה רמון
- 3 המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני
- * roy.galili@gmail.com

תקציר

והצומח החוסות בצילן. במחקר זה ביצענו הערכת מצב עדכנית של הרכב אוכלוסיית התמרים בנגב ובערבה וסקרנו מאות דקליות, עצים בודדים ומקבצים גדולים, מאילת ועד קו חוף אשקלון במערב ודרום ים המלח במזרח. הנתונים שנבחנו: כמות העצים, גודלם, יחס הגזע והצמרת, יחסי הזוויגים והתפלגות הגילים בדקלייה. אוכלוסיות בריאות מתאפיינות בפרטים בריאים ובשונות גילית. יחס הזוויגים באוכלוסייה מעיד על מידת ההשפעה האנושית ועל אופייה. בסיס הנתונים שנאסף מאפשר להעריך את מצבן הבריאותי של אוכלוסיות התמרים, את אופן התפתחותן ואת הסיכונים לקיומן. הממצאים משקפים סיכונים ממשיים ומיידיים לאוכלוסיות תמרי הבר לנוכח תהליכים מדאיגים של זיהומי קרקע ומים באזורים נרחבים, בעיקר בזיקה גאוגרפית לאזורי כרייה ותעשייה ולאזורים חקלאיים.

התמר המצוי הוא צומח הידרופילי שהתפתח בטבע בסביבות לחות של אזורים מדבריים. עצי התמר הם מין מפתח באקולוגיה של המדבר, והדקלייה – מקבץ התמרים שהתפתח במבנה משפחתי סביב הורה קדום – יוצרת תנאי מיקרו-סביבה ומספקת שירותי מערכת אקולוגית חיוניים, כמו צל ומחסה למיני החי והצומח. העמידות הגבוהה של התמר למליחות בקרקע ובמים, המבנה המשפחתי המיוחד של הדקלייה ואופן התפתחותה בתהליכים של רבייה מינית ורבייה וגטטיבית מקנים לאוכלוסיות התמרים יכולת שרידות גבוהה, אך למרות עמידותם לתנאי סביבה משתנים עצי התמר רגישים לשינויים במפלס מי התהום ובאיכותם של המים בסביבת בית השורשים. אוכלוסיות עצי התמר המצוי הגדלות בנאות המדבר בנגב ובערבה מרוכזות במספר בתי גידול ומתאפיינות בשונות רבה: אוכלוסיות יציבות של תמרים מוסיפות להתקיים במרכז הנגב, אולם מצבם של רבים מעצי התמר הגדלים בבר, בעיקר בערבה, הוא בכי רע בשל ירידת מפלס מי התהום, המלחות וזיהומים תעשייתיים שהביאו לסף ההכחדה חלק ניכר מהן ואף את אוכלוסיית התמרים הגדולה בארץ שהתקיימה בעין צין ובעין עקרב. האיזומים האלה וכן השפעות שינוי האקלים משותפים לאזורים נרחבים בכל דרום הלבנט, ומאיימים על קיומם של המעיינות ועל שרידיהן של אוכלוסיות התמרים וחברות החי

מילות מפתח

נסיגת מי תהום, עצי מורשת, צמחים בסכנת הכחדה, שימור מורשת האדם, שינוי האקלים, תמרי פרא (feral)

מבוא

מטיפוס זכר (כך גם במטע המודרני, שבו רק כ-2% עצי זכר מושארים להפקת אבקה לשם האבקת עצי הנקבה).

לתמרים יש שתי צורות רבייה – רבייה וגטיבית מחוטרים ורבייה מינית מזרעים. חוטרים הם נצרים המתפתחים בדרך כלל מבסיסו של הגזע, והם זהים גנטית לעץ ההורה. לכן חוטרים של עצי זכר יתפתחו לעצי זכר, וחוטרים של עצי נקבה יתפתחו לעצים נושאי פרי הדומים לפרי האם. הפרדת החוטרים ונטיעתם היא הדרך המסורתית לברירה ולריבוי וגטיבי של זנים איכותיים (Krueger, 2021). בעצים מטופלים אופן הפעולה המסורתי הוא הסרת החוטרים והשאת הגזעים חשופים, ואילו בעצים שאינם מטופלים החוטרים נותרים צמודים לגזע העץ ויוצרים נוף של מספר עצים צמודים המחוברים בבסיסם במבנה המכונה דקליה. לעיתים הדקליות צפופות ויוצרות רצף סבך. התמרים הם חברת השיא של חברת הצומח בנאות המדבר במדבריות דרום הלבנט (ויזל ואגמי, 1979), שכן עצי התמר הופכים בתנאים יציבים את נוף הדקליה לסבך צפוף המונע התפתחות של צמחים אחרים.

יחס הזוויגים בדקליה מאפשר להעריך את מידת ההשפעה של האדם על התפתחות הדקליות בנאות המדבר: באוכלוסיות שהתפראו לגמרי והתפתחו מרבייה מינית (זרעים) מצאנו יחס שווה בין הזוויגים, ואילו באוכלוסיות שהן תוצר טיפוח של האדם מצאנו רוב של נקבות, המשקף את הברירה לעצים מניבי פרי. כמו כן, בשל אופן התפתחותה של הדקליה – הן בתהליכים מיניים הן בתהליכים וגטיביים – דקליות זכריות יישארו חד-מיניות, ואילו סביב דקליות נקביות נושאות פירות תתפתח אוכלוסייה מעורבת (מחוטרים נקביים ומזרעים ביחס של 50:50). במחקר זה ביצענו הערכת מצב עדכנית של דקליות התמרים בנגב ובערבה. קביעת הרכב אוכלוסיית התמרים, ובכלל זה שכיחותם וגודלם של העצים, ויחסי הזוויגים והתפלגות הגילים שלהם סביב אתרי המעינות, מאפשרת לאמוד את מצבן של הדקליות ולהעריך את הסיכונים לקיומן.

התמר המצוי (*Phoenix dactylifera* L.) הוא מין מפתח (keystone species) במערכות האקולוגיות והחקלאיות של נאות המדבר בדרום-מערב אסיה ובצפון אפריקה מזה אלפי שנים (Tengberg, 2012; Gros-Balthazard et al., 2016). בחפירות ארכאולוגיות באתרים המדבריים של דרום הלבנט, בעיקר באתרים מן הנגב, מבקעת הירדן ומן הערבה, נמצאו גלעיני תמרים ומוצרים שונים שנעשו מחלקי עץ התמר (לונדון ובן יהושע, 2018; Bar-Oz et al., 2022), והם מעידים על התפקיד המרכזי שמילא התמר בחייהם של שוכני המדבר, ועל הקשר ההדדי, ארוך השנים, בין האדם לעצי התמר, שממשיך גם כיום: בני אדם נוטים להתיישב סמוך לאזורי הגידול של התמרים (שגדלים על מי תהום) להשתמש בהם מחד גיסא, ולתרום להפצתם מאידך גיסא.

ויזל (1984) העלה בעבר את האפשרות שבמעינות הנגב גדלים תמרי בר טהורים, שלא ניטעו בידי האדם, ובימים אלה נחקרת השערה זו באמצעות מחקר גנטי-מולקולרי (Ernesto Testé, מידע אישי). מן המחקר האנתונגרפי ידוע לנו שבמקצת מעצי התמר בנאות המדבר שלא היו בהם יישובי קבע טיפלו נוודים שהיו מגיעים אליהם במהלך מחזורי הנדידה, ונהנו מן הפירות ומן הצל (לוי, 1987). בנאות מדבר אחרים גודלו התמרים ביישובי קבע לאורך ההיסטוריה. לימים ננטשו מרבית העצים, ואוכלוסייתם, שמורכבת מצאצאי העצים המקוריים שהתפתחו מחוטרים או מזרעים שנבטו לצד העצים המקוריים, התפראה (feral). עצי המורשת האלה הם חלק מאוצרות הטבע והתרבות של ארץ ישראל והם מהווים ממצא ארכאולוגי "חי ונושם". עם זאת, כיום שינויים במפלס מי התהום וזיהומי המלחה מסכנים חלק ניכר מאוכלוסיות התמרים האלה, ולפיכך יש חשיבות מדעית רבה לשימורם, לשימור חברות הצומח הנלוות אליהם ולאכיון המגוון הגנטי האצור בהם בהיבט הביולוגי-מחקרי ובהיבט של שימור מורשת האדם.

התמר הוא צמח דו-ביתי, כלומר קיימים עצי זכר שפריחיהם זכריים, ועצי נקבה שפריחיהם נקביים. עצי הנקבה מואבקים באופן טבעי על ידי הרוח. בתי הגידול של התמרים הם סביבות לחות של מי תהום גבוהים, מעיינות ושולי מלחות (ויזל ואגמי, 1979). באופן מסורתי הואבקו העצים בידי האדם באמצעות איסוף התפירות הזכריות והצבת מקטעי סנטיים נושאי פרחים בתוך התפירות הנקביות, או על ידי הפקת אבקה מהפרחים הזכריים ופיזור על התפירות הנקביות (ברנשטיין, 2004; Krueger, 2021; Zohary et al., 2012). לאורך הדורות נעשתה במטע המסורתי ברירה לטיפוס הנקבה נושאי הפירות המצטיינים, והושארו רק מעט עצים

שיטות

הסקר בוצע בחודשים מרץ-מאי וספטמבר-דצמבר 2024. אתרי הדגימה נבחרו על סמך סקרים בוטניים קודמים, מידע של מטיילים על מיקום דקליות, מידע זמין מאתרי מיפוי שיתופיים (עמוד ענן, Israel Hiking Map) ובסיס נתונים ממחקרים קודמים (משל ומרקוס, 1976; מרקוס, 1982, 1983; אור ועבאדי, 1983; רוזנטל, 1995; אשכנזי, 2007; גוטליב ווידן, 2009). הסקר כלל מיפוי ודגימה של אתרי הדקליות על פי השלבים הבאים:

(שדרת אשכול הסנסנים) ארוכה (שניים-שלושה מטר לערך), ואילו בעצי הזכר שדרת התפרחת מפסיקה להתארך אחרי הפריחה ונותרת קצרה. חנטים ופירות מתפתחים על עצי הנקבה במשך תקופה ארוכה. הם נותרים על העץ יחד עם התפרחות הזכריות חודשים ארוכים אחרי הבשלת הפירות, ומסייעים בזיהוי המין. מתחת לכל עץ נקבה שתועד נאספו לפחות 25 זרעים, וכן נאספו עלים חיים למחקר גנטי עתידי.

אזורי המחקר

הערבה הדרומית: בערבה הדרומית דקליות מצויות בשלושה אתרים עיקריים – בעין עברונה, בעין רחם ובעין רדיאן (יטבתה). נאות המדבר עין רדיאן ועין עברונה חופפים את ההידרו-גאולוגיה של עמקים חסרי ניקוז (Playa), שמתפתחות בהם מלחות, והמקור ההידרולוגי שלהם הוא אקוות המילוי מתור הרביעון (בחלקו הדרומי). דקליית רחם ממוקמת בלב ערוץ רחם, ונראה כי מקור המים לעצים הוא זרימת מים ערוצית הנכלאת במעלה חבורת יהודה (מגיל הטורון). בדקליות שבנאות עין עברונה ועין רדיאן התקיים בעבר רצף של יישובים חקלאיים (Avner and Magness, 1998), וממצאים ארכאולוגיים רבים מצביעים על גידול תמרים ועל הדומיננטיות שלהם בתרבויות המקומיות מתקופת הברזל (David et al., 2022), לרבות בתקופות הקלאסיות (Meshel, 1989) ובתקופה האסלאמית הקדומה (פורת, 2016). הערבה הדרומית סובלת ב-20 השנים האחרונות מירידה עקבית במפלס מי התהום. דו"ח רשות המים (צוריאלי ושוורץ, 2019) מצביע על ירידה של כ-10 מטרים בעין עברונה ושל כ-15 מטרים בקידוחים הסמוכים לעין רדיאן.

הערכת מספר העצים: א. באתרים שנמצאו בהם עצים בודדים או דקליות בודדות נספרו כל העצים ותועדו הזוויג (זכר/נקבה), גובה הדקלייה ומצבה הבריאותי; ב. באתרים שנמצאו בהם עשרות בודדות של דקליות נספרו כל העצים, אך התפלגות הזוויגים, גובה העצים ומצבם הבריאותי תועדו רק עבור 20% מהעצים שנדגמו. העצים נבחרו מכל חלקי האתר, באופן שישקף שינויים מקומיים במצב העצים; ג. באתרים שנמצאו בהם מאות דקליות הערכנו את גודל האוכלוסייה באמצעות זיהוי וספירה של צמרות העצים בתצלומים אנכיים על בסיס תצלומי אוויר של המרכז למיפוי ישראל משנת 2019 ומשנת 2022 ברזולוציה של 0.2 מטר לפיקסל ועל בסיס תצלומי רחפן (איור 1). נתוני התפלגות הזוויגים, גובה העצים ומצבם הבריאותי נבדקו בכמה עשרות עצים מכל האתר, באופן שישקף השפעות מקומיות בחלקיו השונים.

הערכת המצב הבריאותי של העץ: א. יחס הגודל בין הגזע (קוטר וגובה) לגודל ולנפח של העלווה; ב. צבע העלים החיים, ובפרט מידת ההצהבה של קצות העלים; ג. זווית העלים החיים ביחס לגזע (עלים ירוקים בזווית של פחות מ-90 מעלות מעידים על כותרת ענפה ועל מצב בריאותי תקין). על בסיס המדדים האלה קבענו ארבע קטגוריות למצב העצים או הדקלייה: בריאים, בינוניים, מראים סימני עקה, גוססים/מתים. באתרים שנמצאו בהם מאות דקליות נקבע מצבן על פי מדדים דמוגרפיים: יחס בין פרטים חיים לפרטים מתים ומראה כללי.

קביעת זווית העצים בדקלייה (זכר/נקבה): קביעת הזוויג נערכה באופן חזותי לפי מבנה התפרחות מנקודת יציאת המתקל (עלי החף המגינים על התפרחת עד פתיחתה): בעצי הנקבה שדרת התפרחת שהופכת לידת האשכול



איור 1

ספירת צמרות באמצעות צילום אנכי מרחפן לצורך הערכת גודל האוכלוסייה (עין זיק) כל נקודה אדומה מסמלת צמרת.

אקווה הנחשפת בחלקו התחתון של מצוק הצינים. נטיית השכבות ברמת עבדת היא כלפי צפון, ועל כן המעיינות נחשפים במקום שהערוצים מתחתרים סמוך למצוקיה הדרומיים של הבקעה (זילברמן ואח', 2011).

דקליות הר הנגב: בהר הנגב גדלים עצי תמר בודדים בשרידי בוסתנים מן המאות ה-19 וה-20 וסמוך לאקוות מקומיות במכתש רמון.

דקליות חבל הבשור: אוכלוסיית התמרים במרחב הבשור הן שריד של עצי פרי בחלקות חקלאיות ובבתי חווה מן המאה שעברה (Schmidt et al., 2024; Ashkenazi et al., 2025).

דקליות חוף אשקלון ניצינים: אזור חולי זה נהנה ממפלס מי תהום גבוהים של אקוות המילוי באזור החוף, ומתקיימות בו דקליות פזורות, ככל הנראה פליטי תרבות. נראה שפריסת הדקליות משקפת את תפוצת היישובים ואת חקלאות המוואסי בתקופה המנדטורית ובתקופה העות'מאנית (Zohar et al., 2025).

תוצאות

סך הכול דגמנו 469 דקליות מ-30 אתרים. בטבלה 1 מוצגים אתרי דגימה לפי חלוקה אזורית ומספר הדקליות שנסקרו בכל אתר, וכן נתונים על יחס הזוויגים ועל גודלם ומצבם הבריאותי של העצים. באיור 2 מוצגות תוצאות הסקר על גבי מפה.

המפה מציגה את המיקומים של אתרי הדקליות שנסקרו על מפת מדד צחיחיות וכן זיקה מרחבית לדרכים המרכזיות בנגב ובערבה (מבוסס על כהן ששון 2017 וכן על Bar-Oz et al., 2024). ברקע כל סימול מופיעה הערכה כמותית של הדקליות בכל אתר. המספרים באיור מציגים את שמות האתרים כמפורט בטבלה 1.

הערכת גיל העצים כפונקציה של גובהם מורכבת: במטעים מטופלים בערבה עץ בוגר יכול לשאת 20–30 עלים, אולם במטעים לא מטופלים קצב הצימוח מושפע מתנאי הסביבה, ולכן הוא איטי בהרבה. היות שכך, השוואת גיל העצים בדקליה היא יחסית. בנאות המדבר הגדולים – עין הכיכר ועין תמר, עין זיק ועין שביב – נצפו עצים שגובהם עד 15 מטר, ונמצאה שונות ברורה בהתפלגות הגילים בין הפרטים בדגם הפיזור של העצים: הפרטים הבוגרים, שגובהם עד 15 מטר וגילם עשרות רבות של שנים, נמצאים במרכז הדקליה, והצעירים בשוליה (איור 3). דקליות זכריות

הערבה התיכונה: באזור זה מרוכזות הדקליות סביב שתי אקוות: אקוות הסנון, הכוללת את מעיינות השוליים עין זך, עין משק, עין תמיד, עין שחק, עין רחל ועין יהב ואת מעיינות ספיר ואורחן מור, ואקוות המילוי, הכוללת את מעיינות הערבה התיכונה באזור חצבה: עין גדרון, עין לייקה ועין בתרון, וכן את מעיינות עין אמציה, עין עופרים ועין ימלוח (Bruins et al., 2012; Meroz et al., 2024). מצבן של הדקליות האלה מושפע מזמינות המים באקוות ומתנאי הסביבה המייצבים את מפלסי המים בתת-הקרקע. ממצאי הסקר באשר לכריסה המרחבית, לשינויים באופי חיגור הצמחייה (vegetation succession) ולהתרחבות חגורת צמחי המלחה בהיקף המעיינות מלמדים על שינויים היסטוריים במיקומם של המעיינות ועל תהליכים של ירידת גובה המים באקווה (groundwater-level declines). ממצא ארכאולוגי שמשקף שימוש רב בתמרים התגלה במספר אתרים במרחב הזה (פורת, 2016; Bar-Oz et al., 2022). בערבה התיכונה ניכרת בעשורים האחרונים ירידת מפלסים משמעותית במי התהום. במעיינות הסנון חלה ירידה מתמדת מאז שנות ה-80, ומפלס המים מצוי כיום בעומק מוערך של כ-40 מטר מתחת לפני השטח שבו נחשף בעבר (צוריאלי, 2021).

מעיינות הכיכר: מקבץ המעיינות הגדול, המשתרע מדרום לחופו הדרומי של ים המלח ומצפון-מזרח לשלוחות החוואר של תצורת הלשון, כולל מספר מעיינות חסרי שם השופעים לאורך העתק אמציה (צוריאלי, 2016) ובתחומם דקליות רבות. מרחב זה סמוך לעיר הקדומה צוער ולאחד המרכזים ההיסטוריים לגידול תמרים. במאות השנים האחרונות שימש האתר מקום מנוחה ושהייה לנוודים, לרועים ולחקלאים (Hirschfeld, 2006; Erickson-Gini, 2016). הקרקע באזור מלוחה מאוד, ובאזורים שאין בהם זרימת מים מתוקים מתפתחת רק צמחיית מלחות.

נאות המדבר עין צין ועין עקרב: עד ראשית שנות ה-70 שפעו בערוצו התחתון של נחל צין מים מתוקים משני מעיינות שכבה עיקריים – עין עקרב ועין צין – מעיינות מבודדים שבתחומם גדלה חורשה גדולה של עצי תמר שתוארה כחורשת דקלי התמר הגדולה בארץ (מרקוס, 2020). המעיינות האלה הומלחו וזוהמו מאוד בעקבות הזרמת תשטיפים תעשייתיים שמקורם במפעל הפוספטים במעלה האפיק (Amiel et al., 2021). בראשית שנות ה-50 ערכי המליחות במימי עין צין ועין עקרב היו כחות מ-500 מ"ג כלור לליטר (מג"ל), וכיום הערך גבוה מ-10,000 מג"ל.

מעיינות מצוק הצינים: במצוק הצינים מצויות אוכלוסיות תמרים יציבות בכל מעיינות השכבה (עין עבדת, עין עקב, עין זיק, עין שרב). מקור המים של נאות המדבר האלה הוא

גדלות ומתרחבות באמצעות חוטרים, ואילו בדקליות נקביות או מעורבות הרבייה היא וגטטיבית ומינית גם יחד. תהליכי התרחבות הדקלייה מתרחשים במשך עשרות שנים, ובחינה מורפולוגית של העלים, התפרחות והפירות של כל עץ ועץ ושל מיקומו בדקלייה מאפשרת להעריך כיצד נוצרו ולאפיין את ההיסטוריה של כל אחת מן הדקליות.

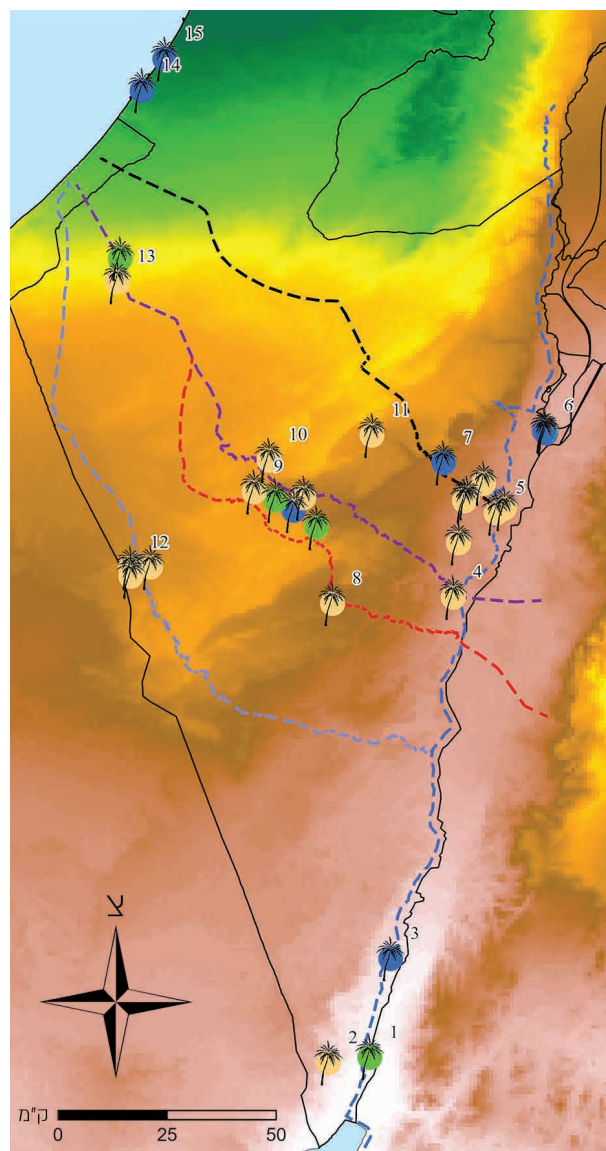
נתוני הסקר מספקים תמונת מצב על המעיינות המזוהמים עין צין ועין עקרבם ועל מעיינות אקוות המישאש המתייבשים בערבה כקבוצת הביקורת לעצים בתנאי עקה. ניכר בבירור שבדקליות האלה נותרו רק מעט עצים בוגרים חיים, וכולם ללא חוטרים, ורוב העצים בדקלייה מתים או נמצאים בשלבי התייבשות שונים. לצד הפרטים החיים נותרו גדמי גזעים, ועל כן מראה הדקליות עמודי (איור 3). מצב זה מצביע על הקושי של הזרעים לנבט ועל ירידה ברמות הפוריות של הרבייה הווגטיבית בתנאי מליחות ותחרות עם צמחיית המלחה.



איור 3

מבנים שונים של דקליות

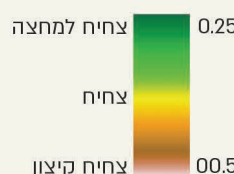
למעלה: דקלייה "עמודית" בשלבי התייבשות, ללא חוטרים צעירים בעין תמיד; למטה: דקליות בריאות במבנה "כיפתי" שמשקף שונות גילית ופוריות גבוהה בעין זיק.



הערכת מספר הדקליות

- מאות
- עשרות
- בודדות

מדד הצחיחות



עצי תמר ודקליות

דרכים עתיקות

- דארב אל סולטן
- דרך הבשמים הדרומית
- דרך הנחושת
- דרך הערבה
- דרך שור

איור 2

תוצאות מיכיו סקר הדקליות שנדגמו במרחב

לפירוט שמות האתרים לפי מספרים ראו טבלה 1.

טבלה 1

האתרים והמעיינות שנסקרו ומאפייני אוכלוסיית התמרים

הטבלה כוללת מידע על המיקום והגודל של אוכלוסיית הדקליות, מבנה האוכלוסייה – אם היא מורכבת מדקליות צפופות או מעצים בודדים, וכן על החלוקה הזוויגית (זכר/נקבה = M/F) ביחס לגודל המדגם (n) ואיומים פוטנציאליים בכל אתר שנבחנו. ניתוח החלוקה הזוויגית בוצע על בסיס תצפיות בעצים בודדים או במדגם דקליות באתר. נוסף על כך, נערכה הערכה חזותית של גובה העצים ובריאותם. ייתכנו אי-התאמות בין החלוקה הזוויגית הרשומה לבין סך כל העצים שנדגמו, שנובעות ממקרים שלא ניתן היה לזהות בוודאות את זוויג התמר.

מס'	אזור	המעיינות שנסקרו	רוחב	אורך	גודל האוכלוסייה (דקליות אלא אם צוין אחרת)	חלוקה זוויגית (n – גודל המדגם)			גובה מוערך בעצים הבוגרים ביותר (מטר)	בריאות האוכלוסייה	מקור הזנת המים	איומים עיקריים
						n	M (%)	F (%)				
1	עין עברונה		200227	398608	20–10	7	43	29	5–4	בינוני	אקוות המילוי	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
2	דקלי רחם		192119	397379	1	3	67	33	10–8	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
3	עין יטבתה (רדיאן)		204401	420943	158	25	32	68	10–6	בריאה סימני עקה	אקוות המילוי, השקיה משנת 2022 (פרויקט עין רדיאן)	שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
4	מעיינות השוליים (הערבה התיכונה)	עין יהב	216750	502791	4 עצים	4	100		10–6	סימני עקה	אקוות הסנון	שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
		עין יהב – מושקה	216750	502791	3	13	62		5	בריאה		שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
		ספיר (היקף היישוב)	217150	502390	5	4	50	50	10–7	סימני עקה		שאיכות יתר – התייבשות האקוות
		עין תמיד	218976	524660	6	6	33	33	8–6	בריאה		שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
		עין זך	226759	522938	3 עצים		לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי	8–6	בריאה		שאיכות יתר – הידלדלות האקוות
		עין שחק	218976	524660	1		לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי		גוססת / מתה		שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
5	מעיינות הערבה התיכונה (חצבה)	עין בתרון	226782	585867	1	4	100		10–6	בריאה	אקוות המילוי	שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
		עין גדרון	226759	522938	1	11	לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי	10–6	בריאה		שאיכות יתר – התייבשות האקוות
		עין לייקא	225143	521860	1	8	62.5	37.5	8–6	בריאה		שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
		עין ימלוח	222689	528607	5	7		1	3–2	גוססת		שאיכות יתר – התדלדלות האקוות

מס'	אזור	המעיינות שנסקרו	רוחב	אורך	גודל האוכלוסייה (דקליות אלא אם צוין אחרת)	חלוקה זוויתית (גודל המדגם - n)			גובה מוערך בעצים הבוגרים ביותר (מטר)	בריאות האוכלוסייה	מקור הזנת המים	איומים עיקריים
						F (%)	M (%)	n				
6	מעיינות כיכר סדום	נאות הכיכר	234805	539988	43				20–15	בריאה	אקוות המילוי	שינוי האקלים פיתוח אזורי
		מלחת תמר	234484	540499	10	60	40	25	20–15	בריאה סימני עקה		שינוי האקלים פיתוח אזורי
		עין פלוטית	234691	540584	10	55	20	60	12–8	בריאה סימני עקה		שינוי האקלים פיתוח אזורי
7	עין צין - מושקה		215140	533790	2	10	90	14	8–6	בינוני מושקה – סימני עקה	אקווה מקומית, השקיה	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות
	עין עקרים - מושקה		214859	533243	3		100	15	10–8	בינוני מושקה – סימני עקה	אקווה מקומית, השקיה	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות
8	עין סהרונים		193126	501405	10–6	67	33	6	8–5	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
9	בקעת צין	עין שביב	185790	522043	112	47	35	70	18–5	בריאה	אקוות חבורת עבדת	שינוי האקלים
		עין זיק	185628	522490		42	47	132	20–6	בריאה		שינוי האקלים
		עין עקב	182029	524819	3	13	77	9	6–4	בריאה		שינוי האקלים
		עין שרב	190053	518681	8				12–8	בריאה		שינוי האקלים
		עין מור	177893	526796	1		0.2	6	8	בריאה		שינוי האקלים
		דרך ג'פים – עין שרב	187609	525334	2	66.6	33.3	3	8	בריאה		שינוי האקלים
10	נחל עץ		534617	181663	עץ בודד			1	0.5	סימני עקה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
11	המכתש הגדול	נחל חתירה	200964	539524	1		100	3	5	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
12	נחל חורשה	נחל מתנן (שני אתרים)	153749	507770	עצים אחדים	25	50	4	6–2	בריאה	אקווה מקומית, קציר מי נגר	שינוי האקלים
		הר חמרן	157631	509783	עץ בודד		100	1		סימני עקה		שינוי האקלים
13	נחל הבשור		152122	579760	60–40	50	50	14	8–2	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
14	חולות זיקים וגן לאומי אשקלון		200964	539524	112	10	90	14	5–3	בריאה	אקוות המילוי (חורף)	שינוי האקלים
15	חוף ניצנים		161328	625847	186				5–3	בריאה	אקוות המילוי (חורף)	שינוי האקלים

לפגיעה במצב העצים נגרמה רובה ככולה משאיבות יתר (צוריאלי, 2019). בעין רדיאן נעשית כיום השקיה מלאכותית לשיקום העצים, אך לא כל העצים מושקים. ליד עין עברונה ניכרת החמרה במצב העצים גם בדקליית דקלי הדום (*Hyphaene thebaica*) הנדירים שנמצאת בקרבת מקום. דקלייה קטנה ויציבה נצפתה בדקליית רחם המבודדת שניזונה מאקווה מקומית.

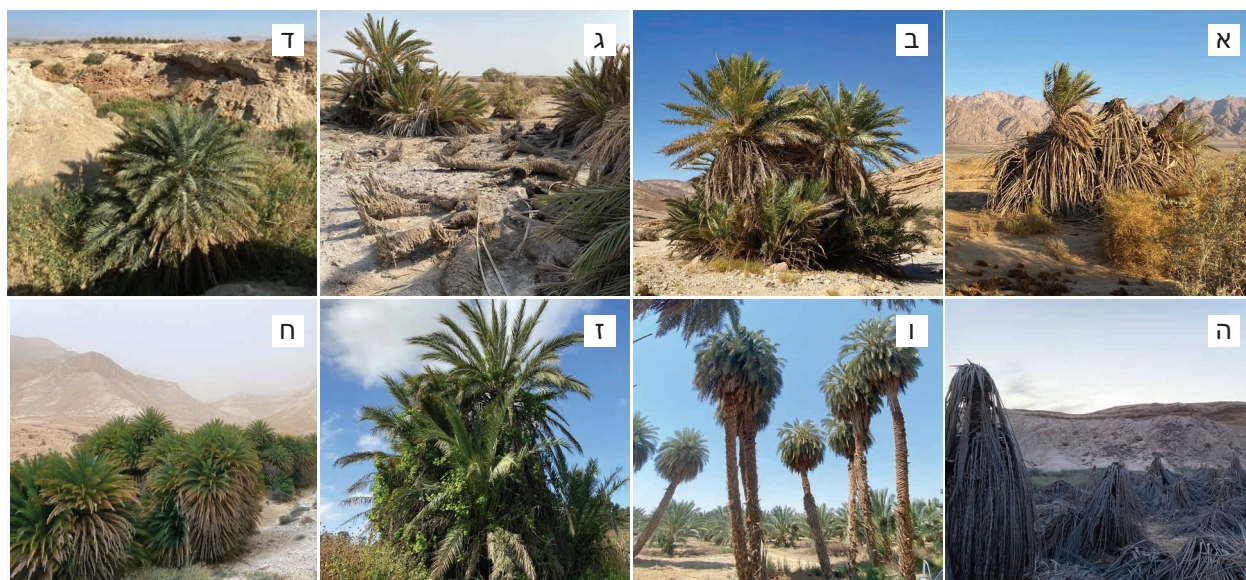
דקליות הערבה התיכונה: פגיעה קשה בעצי התמר בעקבות ירידת מפלסי מי התהום נצפתה בסקר בכל המעיינות הניזונים מאקוות הסנון. בחלק מן המעיינות מתו העצים כולם (כמו בעין שחק), ובחלק העצים במצב קשה (כמו בעין תמיד). גם במעיינות אקוות המילוי ניכרת ירידת מפלסים של כ-14–18 מטר (צוריאלי, 2021), וההשפעה על עצי התמר דרמטית: במעיינות עין אמציה ועין עופרים לא נותרו כיום עצי תמר חיים, ובעין ימלוח נותרה דקלייה אחת בלבד, קטנה ובשלבי נסיסה. ירידת המפלס שגרמה לפגיעה במצב העצים נגרמה רובה ככולה משאיבות יתר. מצב הדקליות מרמז על עתיד מעיינות האקווה עקב המשך שאיבה, ובפרט במקרים של רצף שנים שחונות. אף על פי שהעשור האחרון התאפיין בממוצע משקעים ושיטפונות גבוה במיוחד, ירידת מפלס מי התהום נותרה עקבית בשל המשך השאיבה (Meroz et al., 2024). מגמה הפוכה נתגלתה במעיינות המזרחיים, עין חופיירה, עין גדרון, עין לייקא ועין בתרון, שבשנים האחרונות חזרו לשפוע, וגדלות סביבם דקליות

ספירת הצמרות ככלי להערכת גודל האוכלוסייה התגלתה כיעילה להערכת מצבה הבריאותי של הדקלייה. בדקליות בריאות ומתפתחות נצפו 13–28 צמרות ל-100 מ"ר, ואילו באוכלוסיות שחיות בתנאי עקה נצפו עד חמש צמרות חיות ל-100 מ"ר. ההבדלים האלה משקפים הבדלים ביכולת הרבייה המינית והווגטיבית של האוכלוסייה ותמותה או ירידה ביכולת הרבייה במרביתם.

פריסה מרחבית והקשר למאפיינים אקולוגיים של בתי הגידול והשפעות האדם

הדקלים הם צמחים הידרופיליים שמיטיבים לגדול בתנאי חום. לפיכך, אוכלוסיות תמרים מתקיימות באזורים לחים, בזיקה ברורה לאקוות השונות – במעיינות ובשולי מלחות סמוך למי תהום גבוהים ובנאות המדבר (איור 4).

מתצפיות בעצי התמר בסקר ובמחקרים נוספים נראה שמרבית אוכלוסיית התמרים באזור חוותה פגיעה אנושה. פגיעה בתמרים בעין עברונה נצפתה לראשונה לפני כעשור (עוזי אבנר, מידע אישי) ובעין רדיאן בשנת 2019 בעקבות ירידת מי התהום (גרינברג, 2022). הצהבת עלים בעצים והיעדרם של פרטים צעירים בשני המעיינות מצביעים על מצבן הקשה של האוכלוסיות הללו, ובשתיהן נמצאו גם עצים בודדים שהתייבשו ומתו. ירידת המפלס שגרמה



איור 4

תמונות מסקר עצי התמר

א. עין עברונה; ב. דקלי רחם; ג. עין ימלוח; ד. עין בתרון; ה. עין צין; ו. עין תמר (הדקליות ממוקמות בלב חלקת תמרים חקלאית); ז. חוף אשקלון; ח. עין זיק.

מלאכותית במטרה לשמר את מעט העצים ששרדו, עד שיבוצע טיפול מקיף במקורות הזיהום.

דקליות מעיינות מצוק הצינים: ממצאי הסקר מלמדים על אוכלוסיות יציבות במצבן ובגודלן בדקליות האלה. למרות רצף של שנים שחונות ברמת הנגב מאז 2022 לא ניכרו אף לא באחת מן הדקליות במעיינות סימני עקה בולטים, לא בפרטים בודדים ולא במבנה הדקלייה ובמאפייניה הדמוגרפיים. זהו האזור היחיד בדרום הארץ שהפריסה המרחבית של חברת הצומח במעיינות משקפת בו את יציבותן היחסית של האקוות בתת-הקרקע, את גובה מי התהום ואת תהליכי חיגור הצומח ללא השפעת אדם. חשוב להמשיך ולנטר את השפעת תהליכי הבצורת בהר הנגב בשנים האחרונות.

דקליות הר הנגב: מקורן של הדקליות הבודדות בעין סהרונים אינו ידוע. מצב בריאותם של העצים הללו טוב, אך הם קטנים יחסית, וקצב הצימוח שלהם נמוך, ככל הנראה עקב תנאי סביבה קשים עבור תמרים (בעיקר משרע הטמפרטורות הרחב, טמפרטורות המינימום הנמוכות והיעדר מים זמינים בתת-הקרקע). עצי תמר בודדים נסקרו בשרידי בוסתנים בהר הנגב, והם ניזונים בעיקר מהטיית מי נגר עיליים בערוצים מקומיים ומתנאי מסלע וטופוגרפיה ייחודיים שמספקים להם מים. שרידותם הגבוהה ראוייה לציון ומצביעה על סבילותם הגבוהה של עצי התמר בנגב (אשכנזי, 2007).

דקליות חבל הבשור: בחבל הבשור נסקרו דקליות בכמה אתרים מבודדים, מרביתן סמוך לערוץ נחל הבשור. מצבם של העצים האלה משתנה, ככל הנראה מאחר שמקור המים שלהם כיום הוא מי תהום גבוהים, ותלוי מיקום ספציפי.

דקליות חוף אשקלון ניצנים: כמה מאות דקלים נסקרו באזור הזה. נראה שמקור המים שלהם הוא מי נגר עילי מזרימות עונתיות ומי תהום גבוהים. מצבן של הדקליות השונות משתנה, אך אף על פי שמצב בריאותם של עצים מסוימים נראה תקין, מדדים דמוגרפיים, ובייחוד הדומיננטיות הברורה של זכרים, משקפים תנאי עקה בכל המרחב.

דיון

אפיון הדקליות על פי חלוקה זוויתית

יחס הזווית בעין זיק ובעין שביב, בבקעת צין, במעיינות כיכר סדום ובעין רדיאן משקף תהליכים בהתפתחות הדקליות. במעיינות עין זיק ובעין שביב זהו ונספרו 202 צמרות עצים מ-18 דקליות, ונמצא שיעור זהה (43%) של

בריאות גם במראה וגם במדדים דמוגרפיים. ככל הנראה, הסיבה לכך היא הקרבה לשטחים חקלאיים וזליגה של מי השקיה אל המעיינות (Oren et al., 2004; Shalev et al., 2015; Meroz et al., 2024). הממצאים האלה מדגישים את ההשפעה האנושית על זמינות מי התהום, על האקולוגיה של האזור ועל חשיבות המעקב אחר מגמות השינוי. הזיקה הגאוגרפית בין פיזור עצי התמר במרחב לאתרי היישוב הקדומים, שנבנו סמוך למקורות המים בערבה התיכונה (מצד חצבה, עין מרזב, מצד רחל, עין ווייבה, אורחן מור, ביר אל ע'אמר), חלקית. הכחדתם של עצי התמר מקרבת האתרים האלה קשורה ככל הנראה לפעילות אנושית, כגון פיתוח חקלאי, בנייה מואצת ושאיבת יתר, שגרמה לירידת מפלס מי התהום.

דקליות מעיינות הכיכר: מן הסקר ניכר שמרבית אוכלוסיות התמרים במרחב הזה הן במצב בריאותי סביר כפרטים וכן בהיבטים דמוגרפיים. יוצאי דופן הם האזור הצפוני של מעיין עין תמר, שניכרים בו תהליכי התייבשות והמלחה, ומספר דקליות ממערב לכביש הכניסה ליישובים. נראה שהסיבה להחמרת מצבם של העצים בשני המקרים היא הרחבת כביש הגישה וכניעה בזרימה התת-קרקעית לעבר אזור הנביעות ההיסטוריות (צוריאלי, 2016). אנו סבורים שיש להמשיך לעקוב אחר התהליך. בגלל מליחות הקרקע באזור זה המאפיינים המרחביים של הדקליות משקפים את פריסת אפיקי המים המתוקים. השטחים החקלאיים הרבים ומטעים חקלאיים סביב המושבים עין תמר ונאות הכיכר מצביעים בבירור גם על השפעות מודרניות על אוכלוסיות התמרים ההיסטוריות. התהליכים האלה באים לידי ביטוי בריבוי עצים זריעים ברחבי המעיין ובשינויים גנטיים שחלו באוכלוסיית העצים בעקבות האבקת המטע המסחרי.

דקליות עין צין ועין עקרב: חלחול רב שנים מברכות תשטיפים של מפעלי פוספטים במעלה אפיק נחל צין גרם להמלחה ולהרעלת קרקע ומים. בעטין נמצאות כיום חורשות הדקלים הגדולות שהתקיימו בעבר בעין צין ובעין עקרב על סף הכחדה, תהליך שנצפה ותועד משנת 1983 (אור ועבאדי 1983; גוטליב ווידן 2009; מנדלסון, 2021), הגם שעצי התמר ידועים בעמידותם למליחות מים וקרקע (Tripler et al., 2011). ממאות העצים שהתקיימו בשתי נאות המדבר נותרו כיום רק חמש דקליות, ועל שטחי המעיינות השתלטה צמחיית מלחה. הפגיעה בדקליות האלה שונה בהיקפה ובמאפייניה מכניעה בעצי התמר באזורים אחרים. היא נגרמה מזיהום בתשטיפי מפעל הפוספטים של חברת רותם אמפרט (מנדלסון, 2021), ואפשר שגם ממזהמים תעשייתיים נוספים, כפי שהתגלה לאחרונה (Amiel et al., 2021). כיום מתבצעות באתר פעולות חירום להצלת התמרים וצמחיית האזור הקדומה, והן כוללות השקיה

שביב. במעיינות שנסקרו במחקר זה נמצאו בעקה, נצפתה דומיננטיות של קנה ולעיתים גם של צמחי מלחה נוספים סמוך לדקליות. בעבר הוצע שדומיננטיות התמרים במעיינות מתרחשת בעקבות הצללת המרחב (גוטליב ווידן, 2009), אך אפשר גם שהתהליך מתרחש בשל תהליכי אללופתיה נוספים (Warrag and Al-Wasel, 2000).

ממצאי הסקר מעידים על סבילות גבוהה של עצי התמר לתנאי הסביבה. גמישותו הפיזיולוגית של עץ התמר לתנאי סביבה משתנים נובעת מעילותה של מערכת השורשים המתפתחת בעומק וגם סמוך לפני הקרקע, בהתאם לזמינות המים, ומשילוב מיוחד של תהליכי רבייה מינית ווגטטיבית בדקליה.

סיכום ומסקנות

הדקליה והמבנה המשפחתי המיוחד שלה הם שמעצבים את הנוף ואת האקולוגיה של נאות המדבר בנגב ובערבה. הדקליה יוצרת תנאי מיקרו-סביבה ומספקת שירותי מערכת אקולוגית חיוניים, כמו צל ומחסה. חשיבותן האקולוגית של הדקליות, שרידותן ורציפותן הבין-דורית בנאות המדבר הופכות את התמר למין מפתח באקולוגיה של המדבר ואת הדקליות למדד ייחודי ורגיש לבחינת שינויים אקולוגיים ארוכי טווח.

הזיקה וההדדיות בנוכחות אוכלוסיות התמרים ובני האדם במרחב המדברי משתקפת היטב באיור 2, המציג את הפריסה המרחבית של ריכוזי הדקליות סמוך לצירי התנועה המרכזיים בנגב מראשית האלף הראשון לספירה. עצי התמר גדלים סמוך למים בנאות המדבר, שהיו תחנות דרך של נוודי המדבר. בהיבט זה התמרים הם סוכני זיכרון של הנוכחות האנושית במדבר לאורך ההיסטוריה.

מדדים דמוגרפיים מספקים מידע משמעותי על מצבן הבריאות של הדקליות, והמשך מעקב וניטור על בסיס הנתונים שנאסף במחקר הנוכחי נדרש עבור כלל אוכלוסיות התמרים בנאות המדבר. רבות מהאוכלוסיות מתייבשות בשנים האחרונות בעקבות שאיבות יתר ונסיגת מי תהום וכן בשל שינוי האקלים, המפחית עוד יותר את כמות מי השיטפונות הזמינים לעצים. בתצפיות ראשוניות שערכנו נראה שעצי תמר במרכזי ערוצים שורדים טוב יותר מאשר עצים שגדלו על במות הסחף או סמוך לערוצים משניים. מחקר המשך נדרש לניטור רמות המליחות בנאות המדבר השונים, ובפרט יש לבחון את עין צין ועין עקרב, שהמערכת האקולוגית כולה קרסה בהם בעקבות אירועי המלחה ותמותת עצי התמר.

עצי זכר ועצי נקבה (החלק הנותר אינו ידוע). בבקעת צין אין עדויות היסטוריות על התיישבות קבע חקלאית במאות השנים האחרונות (Bailey, 1980), ונראה, אם כן, שזהו יחס המשקף התפתחות טבעית של הדקליה. תוצאות ראשוניות של מחקר מורפולוגי וגנטי של האוכלוסיות בעין זיק ובעין שביב מעיד אף הוא שעצי התמר של בקעת צין משתייכים לטיפוסים ייחודיים שאינם מוכרים מאתרים ארכאולוגיים (Ernesto Testé, מידע אישי). לעומת זאת, בעין רדיאן התקיים יישוב בדואי חקלאי עד לפני כמאה שנה (גרינברג, 2022), ויחס הזוויגים מעיד על כך – במעין נדגמו 25 דקליות, ונמצא כי 70% מהעצים בהן הם עצי נקבה, ו-30% עצי זכר. במעיינות כיכר סדום, שמוכרת בהם התיישבות חקלאית במהלך המאה ה-19 (ברסלבסקי, 1955), נמצא יחס זוויגים של 60% זכרים ו-40% נקבות (טבלה 1). הנתונים האלה משקפים את תהליכי ה"התפראות" של הדקליות במעיינות שטופלו עד לפני כמאה שנה, והם מבטאים יחס ביניים בין ברירה חקלאית והתחדשות טבעית שמתרחשת בהיעדר מעורבות אנושית.

סבילות לתנאי עקה

נתוני הסקר מספקים תמונת מצב על המעיינות המזוהמים עין צין ועין עקרב ועל מעיינות אקוות המישאש המתייבשים בערבה כקבוצת הביקורת לעצים בתנאי עקה. בנאות המדבר המזוהמים, עין צין ועין עקרב, נותרו 28 עצי זכר ועץ נקבה אחד, וזאת בניגוד לעדותו של ויזל (1984: 251) על שוויון מספרי בין זכרים לנקבות. ייתכן שעצי זכר מגלים עמידות גבוהה יותר מנקבות לתנאי עקה. יתרה מכך, רוב העצים בדקליה מתים או מתייבשים, ולצד הפרטים החיים נותרו גדמי גזעים, ועל כן מראה הדקליות עמודי (איור 3). מצב זה מצביע על הקושי של הזרעים לנבט ועל ירידה ברמת הפוריות הווגטטיבית בתנאי מליחות ותחרות עם צמחיית המלחה.

ריבוי תמרים זכרים (70%) נצפה גם בדקליות חוף אשקלון וניצנים. אנו מניחים שגם מצב זה הוא תוצאה של תהליך לא טבעי, בפרט בהתייחס לאפשרות שהדקלים האלה הם שרידים למטעים מטופחים, ששיעור הזכרים בהם היה נמוך מאוד. תופעה של שרידות זכרית גבוהה בתנאי עקה התגלתה בעצים אחרים (Lev-Yadun, 2021) ומתצפיות בתהליכי השיקום של דקליות עין צין אפשר להסיק כי התופעה קשורה אולי לרגישותן של הנקבות למחסור במים בשלבי החנטה וניפוח הפרי.

מאפיין נוסף שיש להתייחס אליו כמדד לבריאות אוכלוסיית התמרים הוא יכולתן של אוכלוסיות תמרים בריאות להתבסס כחברת שיא בבתי הגידול הלחים, כפי שהיה בעבר בעין צין ובעין עקרב, וכפי שניתן לראות כיום בעין זיק ובעין

נכוחותם של בני אדם במרחב עודדה בעבר את קיומן של אוכלוסיות התמרים סמוך לאתרי המגורים ובבר, אך מתוצאות הסקר ניכר שכיום נכוחות אנושית, ובפרט פעילות חקלאית ותעשייתית, היא האיום המרכזי על קיומם של תמרי הבר. עצי התמר שנותרו בנאות המדבר של הנגב והערבה אוצרים בתוכם מידע רב על ההיסטוריה האקולוגית והחקלאית של האזור, ומספרים את סיפורה ההיסטורי של הזהות המקומית ואת ההקשרים הסביבתיים והתרבותיים שהתקיימו במרחב במשך אלפי שנים. הם ממציאים ארכאולוגיים חיים ונושמים, ועל כן אין ראויים מהעצים האלה למעמד של "עצי מורשת".

תודות

פרויקט זה נתמך על ידי מענק של הרשות לשמירת הטבע והגנים הלאומיים והקרן האירופית למחקר ERC Advanced (מענק מספר 101096539). ברצוננו להודות לאבשלום באב"ד ולאודי גלילי על הייעוץ ההידרולוגי, לעמיתנו ברט"ג על שיתוף הפעולה, ל-Ernesto Testé מאוניברסיטת חיפה וממכון המחקר הצרפתי Montpellier על ייעוץ בתחומי המחקר הגנטי, לעמיתנו בקבוצת תמרי המעיינות בערבה התיכונה על התמיכה הרבה בחומר וברוח, לאופיר כץ ולעוז ברזני על חוות הדעת המקצועית ולענת פלדמן על העריכה הלשונית הראשונית.

זיהומים שמקורם בתעשייה, כגון אלה שהתרחשו בעברונה ובעין צין, עשויים לגרום לפגיעה אקוטית באוכלוסיית התמרים. אירועים מסוג זה חמורים במיוחד משום ששאריהם הזיהום יישארו בסביבה עוד שנים רבות. כמו כן, בהיבטים רגולטוריים ומשפטיים יש לתת את הדעת לכך כי הזיהומים התרחשו במעלה אפיק הזרימה, והיה אפשר למנוע אותם מבעוד מועד. שיקום נאות המדבר הפגועים לא יוכל להיעשות ללא אקטיביזם חברתי ומעורבות אנושית משמעותית, בין היתר, על ידי הקמת גרעין רבייה גנטי לשמירת תמרי הבר לצרכים יישומיים ומחקריים. הצלת עצי התמר נמצאת הלכה למעשה במוקד מחקר, פעילות חינוכית ומדע אזרחי של חממת הערבה, מו"פ מדבר וים המלח ומו"פ ערבה תיכונה, בשיתוף עם רשות הטבע והגנים, קק"ל ותושבי הקהילה. הפעולות כוללות גם הנבטה ושימור של חומר גנטי של אוכלוסיות התמרים מכל אחד מהאתרים. מבין עצי התמר במעיינות בולטות במיוחד האוכלוסיות של עין זיק ועין שביב, ותוצאות ראשוניות של מחקר מקביל, העוסק באפיון הגנטי של תמרי המעיינות, מרמזות על קיומם של תמרים מטיפוסים גנטיים ייחודיים בשני הנאות הללו. השערה זו נתמכת גם בממצאי סקר זה: מאפייניהם הדמוגרפיים של האוכלוסיות מצביעים על יחסי זווית מאוזנים, התפלגות גילים רחבה, פריסת הדקליות וריחוקן הגאוגרפי. אפשר שהאוכלוסיות האלה משמרות אוכלוסייה שרידית של תמרי פרא עתיקים, שמקורם בנטיעות שננטשו, ואולי אף של תמרי בר (*Phoenix sylvestris*) שנבטו באופן עצמאי. נושא זה ייבדק לעומק במחקר גנטי עתידי.

מקורות

מנדלסון ע. 2021. **סקר טבע עין צין ועין עקבים**. החברה להגנת הטבע. מרקוס מ. 1982. **סקר נוף חבל אילות (1978-1979)**. המועצה האזורית חבל אילות. מרקוס מ. 1983. **הר הנגב המרכזי ומכתש רמון: סקר נוף ומסלולי טיול**. רשות שמורות הטבע. מרקוס מ. 2020. תצהיר. בתוך: גלילי ואח' נגד רותם אמפרט נגב ואח', **בקשה לתובענה ייצוגית סביבתית**. בית המשפט המחוזי באר שבע, ת"צ 8375/20. משל ז ומרקוס מ. 1976. **סקר נוף: באזור רכס חצרה, בקעת נחל צין, הר ההר והערבה הצפונית**. תל אביב: המכון לחקר שמירת הטבע, אוניברסיטת תל אביב. פורת י. 2016. בארות-מנהרה ויישובים מהתקופה האסלאמית הקדומה בערבה. **עתיקות**, 86, 1-81. צוריאלי א. 2016. **תמונת מצב הידרוגיאולוגית עדכנית לאזור הערבה הצפונית וכיכר סדום**. דו"ח הידרולוגי ISSN – 0334-3367. השירות ההידרולוגי. צוריאלי א. 2021. **מעיינות ושיאבות מהאקוויפרים בערבה**. מצגת לרשות הטבע והגנים. השירות ההידרולוגי, רשות המים. צוריאלי א. ושוורץ צ. 2019. **סיכום סיור בנושא עין יטבתה (עין ע'אדיאן)**. השירות ההידרולוגי, רשות המים. רוזנטל י. 1995. **גיאודידרולוגיה ואקולוגיה של מעיינות הערבה**. רשות שמורות הטבע.

אור נ ועבאדי מ. 1983. **היבטים סביבתיים של תהליך ההמלחה וזיהום המים בעין עקבים/צין**. רשות שמורות הטבע. אשכנזי א. 2007. **החקלאות הקדומה בהר הנגב: תפוצה מרחבית לאור מאפיינים גיאוגרפיים וגיאולוגיים** (עבודת גמר לתואר מוסמך). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים. ברנשטיין צ. 2004. **התמר**. המועצה ליצור ושיווק פירות. ברסלבסקי י. 1955. **הידעת את הארץ? כך ג: ים המלח סביב סביב**. עין חרוד: הקיבוץ המאוחד. גוטליב א. ווידן ע. 2009. **נאת צין – עקבים**. תיק ממשק. רשות הטבע והגנים. גרינברג א. 2022. **עין רדיאן מקום, מחקר – טקסט** (עבודת גמר לתואר מוסמך). חיפה: אוניברסיטת חיפה. ויזלי י (עורך). 1984. **החי והצומח של ארץ ישראל, כרך 8: הצומח של ארץ ישראל**. תל אביב: משרד הביטחון – ההוצאה לאור. ויזלי י ואגמי מ. 1979. **צמחי מלחה בישראל**. פתח תקווה: המדור לאקולוגיה. זילברמן ע, אידלמן ע, אבני י וגינת ח. 2011. **הגיאולוגיה והתפתחות הנוף בנגב**. ירושלים: העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון. כהן ששון א. 2017. **מבט מחודש על מפעל הכרייה המצרי בבקעת תמנע: היבטים חברתיים של מערכת הפקת הנחושת בתקופת הממלכה החדשה** (עבודה לקבלת תואר דוקטור). באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. לוי ש. 1987. **הבדלים במדבר סיני: דגם של חברה מדברית**. ירושלים: שוקן. לונדון ע ובן יהושע ש. 2017. תולדות ענף התמרים בארץ ישראל. **קתדרה**, 166, 7-30.

- Lev-Yadun S. 2021. Age, rainfall and gender expression in stressed *Pinus pinea* trees planted in an arid region. *Negev, Dead Sea and Arava Studies*, 13(2), 46–53.
- Meroz AM, Babad A, and Levin N. 2024. Identifying the climatic and anthropogenic impact on vegetation surrounding the natural springs of the Arava Valley using remote sensing methods. *Land*, 13(3), 361.
- Meshel ZE. 1989. A fort at Yotvata from the time of Diocletian. *Israel Exploration Journal*, 39(3/4), 228–238.
- Oren O, Yechieli Y, Böhlke JK, and Dody A. 2004. Contamination of groundwater under cultivated fields in an arid environment, central Arava Valley, Israel. *Journal of Hydrology*, 290(3–4), 312–328.
- Schmidt J, Ben Bassat Y, and Bar-Oz G. 2024. In the land of the Dabouki: Interdisciplinary notes on a native grape cultivar in Israel. *Journal of Arid Environments*, 224, 105220.
- Shalev N, Burg A, Gavrieli I, and Lazar B. 2015. Nitrate contamination sources in aquifers underlying cultivated fields in an arid region – The Arava Valley, Israel. *Applied Geochemistry*, 63, 322–332.
- Tengberg, M. 2012. Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of Arid Environments*, 86, 139–147.
- Tripler E, Shani U, Muallem Y, and Ben-Gal A. 2011. Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural Water Management*, 99(1), 128–134.
- Warrag MOA and Al-Wasel AS. 2000. Autoallelopathic potential of leaflets and seeds on seedling growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 5(1), 7–10.
- Zohar M, Ben-Bassat Y, and Bar-Oz G. 2025. Historical roots of heritage horticulture in the southern coastal plain of Israel. *Land*, 14, 285.
- Zohary D, Hopf M, and Weiss E. 2012. *Domestication of plants in the old world: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press.
- Ashkenazi E, Wachtel I, Bar-Oz G, Marom R, and Kolska Horwitz L. 2025. An ecological comparison of two abandoned heritage orchards in northern Israel. *Heritage*, 8, 76.
- Amiel N, Dror I, Zurieli A, Livshitz Y, Reshef G, and Berkowitz B. 2021. Selected technology-critical elements as indicators of anthropogenic groundwater contamination. *Environmental Pollution*, 284, 117156.
- Avner U and Magness J. 1998. Early Islamic settlement in the southern Negev. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 310(1), 39–57.
- Bailey C. 1980. The Negev in the nineteenth century: Reconstructing history from Bedouin oral traditions. *Asian and African Studies*, 14, 35–80.
- Bar-Oz G, Galili R, Fuks D, Erickson-Gini T, Tepper Y, Shamir N, et al. 2022. Caravanserai middens on desert roads: A new perspective on the Nabataean–Roman trade network across the Negev. *Antiquity*, 96(387), 592–610.
- Bar-Oz G, Galili R, Hildebrandt B, Shamir O, Shamir-Shafira N, Lokshina DG, et al. 2024. Treasures in the trash mounds of Nahal 'Omer: An Early Islamic village in Wadi Arabah, Israel. *CARMEL: Studies in Archaeological Sciences and Conservation*, 3, 1–24.
- Bruins HJ, Sherzer Z, Ginat H, and Batarseh S. 2012. Degradation of springs in the Arava Valley: Anthropogenic and climatic factors. *Land Degradation & Development*, 23, 365–383.
- David M, Kislev M, Melamed Y, Ben-Yosef E, and Weiss E. 2022. Plant remains from Rothenberg's excavations in Timna: Smelters' food and cultic offerings at the turn of the first millennium BCE. *Tel Aviv*, 49(2), 230–249.
- Erickson-Gini T. 2016. Excavations at the Nabatean Site of 'En Tamar'. *Atiqot*, 87, 49–71.
- Gros-Balthazard M, Newton C, Ivorra S, Pierre MH, Pintaud JC, and Terral JF. 2016. The domestication syndrome in *Phoenix dactylifera* seeds: Toward the identification of wild date palm populations. *PLoS ONE*, 11(3), e0152394.
- Hirschfeld Y. 2006. The Nabatean presence south of the Dead Sea: New evidence. In: Bienkowski P and Galor K (Eds). *Crossing the Rift: Resources, Routes, Settlement Patterns and Interaction in the Wadi Arabah*. Oxford. pp. 167–180.
- Krueger RR. 2021. Date palm (*Phoenix Dactylifera* L.) biology and utilization. In: Al-Khayri JM, Jain SM, and Johnson DV (Eds). *The Date Palm Genome, Vol. 1: Phylogeny, Biodiversity and Mapping*. Cham: Springer. pp. 3–28.



התמודדות בעצי הנוי והיער עם נגע האמברוזיה, החיפושית *Euwallacea fornicatus* והפטירות הסימביוטיות שהיא נושאת

צביקה מנדל^{1*} | סטנלי פרימן¹ | אילן נזריאן² | ענת אידלמן³ | ניצן בירנבוים³ | אלי בקר⁴
פול בנימין⁵ | עומר גולן³ | שחר סמרה⁶ | דניאל בן סימון⁷ | מאור אלרון⁸ | דנה מנט^{1**}

- 1 המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני
- 2 קוד אילן בע"מ
- 3 אגף הייעור, קק"ל
- 4 הגן הבוטני האוניברסיטאי בגבעת רם, ירושלים
- 5 המרכז הבהאי העולמי, גני חיפה ועכו
- 6 השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות
- 7 תחום הנדסת הצומח, אגף משאבי סביבה, שה"מ, משרד החקלאות
- 8 מרחב מרכז, קק"ל
- * zmendel@volcani.agri.gov.il
- ** Danam@volcani.agri.gov.il

תקציר

אויבים טבעיים או לכידה המונית אינם הכלים המתאימים להתמודדות עם אוכלוסיית החיפושית, ויש לפעול באמצעות הדברה. מטרת מערכות ההדברה המוצגות במאמר הייתה לבחון ממשק המבוסס על הזרקת תכשירי הדברה מערכתיים, ולהתמקד בשני מיני עצים – אלון ודולב – בשל חשיבותם היערנית והנופית. הניסוי המוצג בהרחבה התבצע במקביל בגן הבוטני האוניברסיטאי בגבעת רם בירושלים, וכן בעצי נוי ביישוב שכניה בגליל המערבי. ניסויים נוספים נערכו באגמון החולה ובפארק בעיר מודיעין, והם מוצגים בקצרה. בכל ארבעת הניסויים קוטל החרקים היה תכשיר עם החומר הפעיל אממקטין בנזואט שניתן בהזרקה. בניסוי

חיפושית האמברוזיה של האבוקדו *Euwallacea fornicatus* התגלתה בישראל בשנת 2009, והיא פוגעת בעיקר בעצים דולב מזרחי, דולב מערבי, אלון ארוך-עוקצים, אלון אנגלי ואדר מילני. חלק ממיני העצים שחיפושית האמברוזיה תוקפת, נפגעים אף על פי שאינם מתאימים עבורה למטרות רבייה. הפגיעה נגרמת משילוב של נבירת מחילות (גלריות) בעצה על ידי החיפושית יחד עם התבססות בגלריות של פטריות סימביוטיות, בעיקר המין *Fusarium euwallaceae*, הנישאות על ידי החיפושית. אוכלוסיית החיפושית מתרבה ביעילות בעצים שהפטרייה הסימביוטית הזו מתבססת בהם במהירות.

אנטומופוגניות כאמצעי התגוננות ידידותי כנגד הנגע; ג. הצורך בהפעלת שיקול דעת לגבי נטיעה עתידית של מיני עצים רגישים לנגע.

מילות מפתח

אלון, דולב, חיפושית אמברוזיה, ממשק הדברה, פטריות אנטומופוגניות

המוצג בהרחבה ניתן בהזרקה גם תכשיר קוטל הפטריות המערכתי טקטו (תיאבנדזול). באגמון החולה ובפארק בעיר מודיעין ניתנו תכשירים מקבוצת הפרתירואידיים בריסוס (טלסטאר וקרטה מקס, בהתאמה). התוצאות שהתקבלו עד כה חלקיות, והן מדגימות את הפוטנציאל שיש לטיפולים שבוצעו. עם זאת, שימוש בודד, כפי שהתבצע בשתיים מהמערכות, אינו מספיק להדברת הנגע ולהתאוששות העצים. שילוב של מידע מהספרות המקצועית עם המידע שהתקבל במחקר מצביע על: א. חשיבות ניטור אוכלוסיית החיפושית שיאפשר תגובה כבר בשלב האכלוס המוקדם; ב. הצורך להרחיב בחינת תכשירים מבוססי פטריות

חיפושיות האמברוזיה

מיני חיפושיות אמברוזיה מייצגים את הסימביוזה המוקדמת ביותר בין חרקים לפטריות, שהחלה לפני כ-100 מיליון שנים (Jordal, 2015). רוב מיני חיפושיות האמברוזיה המוכרים נוברים את מחילותיהם בעומק עצת הירך של העץ. בדופן המחילות גדלים מיני פטריות ספציפיים שהחיפושיות מביאות איתן. גופי הפרי של הפטריות והנבגים יוצרים בתוך המחילות שבעצה בית גידול מתאים לחיפושיות ומקור מזון עשיר בפחמימות וחלבונים (Lehenberger et al., 2021). הפטריות הן המזון הבלעדי של זחלי החיפושיות והחיפושיות הבוגרות של מרבית המינים הידועים.

בעולם מוכרים כ-7,500 מיני חיפושיות אמברוזיה, ובישראל מוכרים עשרה. לפחות שמונה מהם הם מינים פולשים (מנדל ואח', 2021). דרגות ההתפתחות הצעירות של החיפושית – הביצה, שלוש דרגות הזחל והגולם – נמצאות בתוך המחילה שחופרת החיפושית האם. לנקבה בוגרת יש אברי נשיאה מיוחדים לפטריות המכונים מיקנגיה (mycangia), ומצויים בקבוצות שונות של חיפושיות אמברוזיה על חלקי גוף שונים. פטריות ממינים שונים נמצאות יחד באיבר הנשיאה של הנקבה, וממשיכות להתפתח בתוכו תוך שהן צורכות חומצות אמינו חופשיות שהחיפושית מספקת (Li et al., 2019). מעגל ההתפתחות של הפטריות הסימביוטיות כולל שני שלבים: שלב סימביוטי, שבו לכאורה החיפושית שולטת

בפטרייה, אך ייתכן שהמצב הפוך (Skelton et al., 2019; Huang et al., 2020), ושלב אפוסימביוטי, שבו הפטרייה מתפתחת בעצה של העץ. שלב זה נמשך גם לאחר סיום התפתחות הצאצאים והגחתם (Freeman et al., 2019). במערכת זו פטריות סימביוטיות אינן יכולות להתפשט ולנגע את העצים ללא הסימביוזה עם החיפושית.

תקיפת עצים על ידי חיפושיות אמברוזיה

בבתי הגידול הטבעיים של חיפושית האמברוזיה היא מתרבה בעצים חולים, חלשים מאוד או כאלה שנכרתו או קרסו. הימצאות מיני חיפושיות אמברוזיה מחוללי מחלות בעצים בריאים היא תופעה חדשה ומפתיעה (Hulcr and Dunn, 2011). תופעה זו היא תוצאה של התבססות החיפושית בבתי גידול חדשים או של מפגש עם מיני עצים פונדקאים רגישים. לעיתים המפגשים עם מיני עצים חדשים הם אלימים מאוד, והתוצאה היא תחלואה קשה ותמותה של העצים. בעשרים השנים האחרונות עלה מספר המפגשים האלימים שמחוללים מיני חיפושיות אמברוזיה. חוקרי חיפושיות האמברוזיה הציעו שלושה תנאים שבעקבותיהם תתרחש תקיפה של עצים חיוניים: א. אינטראקציה חדשה בין מין החיפושית למין העץ; ב. משיכה לחומרים נדיפים של העץ עצמו, או לחומרים נדיפים הנוצרים עקב פגיעה אקראית של החיפושית; ג. יכולת של אחת הפטריות שהחיפושית

ולאחר מכן ענפים בגודל בינוני, ובהמשך גם הענפים הגדולים. התייבשות הענפים הגדולים ניכרת היטב בעצי אלון או אדר, והיא נדירה למדי בעצי אבוקדו (התסמינים האלה שימשו אותנו בהערכת הפגיעה בעצים שהניסויים נערכו עליהם).

טווח הפונדקאים והרגישות

חיפושית האמברוזיה של האבוקדו תוקפת מאות מיני עצים. נזק קשה נגרם למיני עצים רגישים במיוחד שהפטירות הסימביוטיות משגשגות בהם, ובשל כך החיפושית מתרבה בהם בהצלחה (Mendel et al., 2021). בין מיני העצים הרגישים מוכרים בישראל דולב מזרחי (*Platanus orientalis*), דולב מערבי (*P. occidentalis*), אלון ארוך-עוקצים (*Quercus pedunculiflora*), אלון אנגלי (*Q. robur*), ואדר מילני (*Acer negundo*). לעיתים גם עצים שאינם מתאימים לרבייה נתקפים ועלולים לחלות, מפני שכאשר החיפושית נוברת בעץ, היא מחדירה לתוכו פטריות פתוגניות שנמצאות עליה. באופן כללי אפשר לחלק את העצים לחמש קבוצות לפי יחסי הגומלין האפשריים שלהם עם החיפושית והפטירות הסימביוטיות: א. עצים שהחיפושיות נמשכות אליהם והפטירות משגשגות בתוכם, גם כשהעץ חיוני (כמו אדר מילני, אלון ארוך-עוקצים); ב. עצים שהחיפושית נמשכת אליהם רק כשהם סובלים מחולשה פיזיולוגית, או שנערכות עליהם התקפות מקריות של החיפושית כשהם סובלים מחולשה זמנית (כמו דולב), ואוכלוסיית החיפושית משגשגת בהם; ג. עצים שהחיפושית נמשכת אליהם גם כשהם חיוניים, אך הם אינם מתאימים להתפתחות הפטריות הסימביוטיות (כמו צפצפה [*Populus* spp.]); ד. עצים שהחיפושית עשויה להימשך אליהם רק כשהם סובלים מעקה, וגם אז הם אינם מאפשרים התפתחות מיטבית של אוכלוסיית החיפושית (כמו אלון התבור [*Q. ithaburensis*], ערבה [*Salix* spp.]); ה. עצים שהחיפושית אינה נמשכת אליהם כלל כמו מיני אורן (*Pinus* spp.). מכאן, שיש עצים במרחב שהחיפושית עלולה להיות הגורם לפגיעה קשה בהם, ומינים אחרים שהימצאות החיפושית בהם היא לא יותר מאשר תסמין למצבם הפיזיולוגי הקשה.

חלופות ההדברה של נגע האמברוזיה בעצי נוי בישראל

אין פעילות של אויבים טבעיים לחיפושיות האמברוזיה שעשויים לרסן את אוכלוסייתן. לכידה המונית של החיפושיות אינה יעילה, ככל הנראה בשל המשיכה החלשה

נושאת להתגבר על עמידות העץ המותקף ולשגשג בתוכו, וכך לאפשר את התרבות החיפושית (Ploetz et al., 2013; Mendel et al., 2021).

חיפושית האמברוזיה של האבוקדו, הפטריות הסימביוטיות ופגיעתן בעץ

המאמר עוסק במין *Euwallacea fornicatus*, המכונה בישראל חיפושית האמברוזיה של האבוקדו (Polyphagous shot hole borer). מין זה שייך לתת-המשפחה Scolytinae תת-המשפחה עצמה הופיעה כבר לפני 100–120 מיליון שנה, וטיפוח הפטריות הסימביוטיות בה החל לפני כ-50 מיליון שנה (Jordal and Cognato, 2012). במין זה זוג איברי הנשיאה נמצאים בקדמת הראש מעל הלסתות העליונות. מרחב התפוצה הטבעי שלה כולל את צפון תאילנד, וייטנאם, סין, טאיוואן ואזור אוקיאנוז (Stouthamer et al., 2017). בישראל התגלה המין ב-2009 בעצי אבוקדו בקיבוץ גליל ים. בארה"ב נמצאה החיפושית בשנת 2012 בקליפורניה, ואילו בדרום אפריקה היא תועדה לראשונה ב-2016.

החיפושית נושאת ומגדלת במערכת המחילות שהיא יוצרת שלושה מינים של פטריות סימביוטיות: *Fusarium euwallaceae* (להלן פוזריום, ובה נתמקד במאמר זה), *Graphium euwallaceae* ו-*Paracremonium pembeum* (Freeman et al., 2013; Lynch et al., 2016). כל מין פטרייה ממלא תפקיד משלו. שני התפקידים העיקריים של פטריית הפוזריום הם: (i) החלשה של עמידות העצה כדי לפעול בתוך העץ החי, כלומר פטרייה זו היא למעשה הפתוגן במערכת; (ii) שימוש כמזון הראשון של חיפושית האם עם תחילת נבירת הגלריה ולאחר מכן של הזחלים. ישנם שלושה תסמינים המאפיינים את חדירת חיפושית האמברוזיה של האבוקדו: א. בעץ האבוקדו המאפיין הוא פריצה של סוכרים בנקודת החדירה של החיפושית לעץ. ההפרשה נראית כקצף לבן שהתגבש, וכוללת בעיקר את החומרים mannoseheptulose ו-perseitol (Liu et al., 1999). חדירה למיני עצים אחרים, כמו מיני אלון ודולב, מתבטאת בהפרשה של גומי מימי, הניכרת ככתם רטיבות (Freeman et al., 2018), שמהותו טרם נחקרה. ב. כשחושפים את העצה, מתגלה הכתמה של סיבי העצה בפסים בגוונים שונים של צבע חום בהתאמה למין העץ. מקורו של הצבע הוא בפלואנואידים שהרקמות הסמוכות לרקמה הפגועה של הצמח מייצרות, כחלק ממערכת ההתגוננות של העץ כנגד הפטריות שהחדירה החיפושית (Freeman et al., 2019). כל עוד הענף או הגזע חיוניים, הסות (הקליפה החיה) נותרת בריאה עם הצבע התואם. ג. התייבשות הענפים. תחילה מתייבשים הענפים הדקים

לפיתיונות המסחריים, בהשוואה לעוצמת המשיכה של העצים המאוכלסים (מנדל ואח', 2016). לא ניתן להשתמש בפרומונים בממשק ההדברה מאחר שלא מוכרים פרומוני התקהלות או פרומוני מין של חיפושיות אמברוזיה מתת-המשפחה Scolytinae (בניגוד לתת-המשפחה Platypodinae). לכן, הגנה על מיני עצים רגישים, כשהם עדיין חיוניים, מחייבת שימוש בתכשירי הדברה. חשוב לציין שגם זני האבוקדו המוכרים כרגילים לנגד האמברוזיה, רגישותם קטנה מזו של כמה מעצי הני והיער. במטעי האבוקדו בישראל נמנעים משימוש בתכשירי הדברה חריפים, וההתמודדות עם הנגע מתבססת בעיקר על הסרת קטעי צמרת מאוכלסים בחיפושית. הרגישות הגבוהה של חלק מעצי הני והיער, יחד עם סבילות מסוימת למשטר הדברה כימי בעצים אלה, מעודדות את השימוש בתכשירי הדברה מערכתיים (סיסטמיים) המוזרקים לגזע.

ממשק ההדברה של חיפושית האמברוזיה של האבוקדו והפטרייה הסימביוטית פוזריום בעצי נוי ויער

כמו במקרים רבים אחרים של התמודדות עם גורמי מחלה המועברים על ידי חרקים, ממשק ההדברה מכון בעיקר כנגד החרק הנשא. אפשרויות ההדברה כנגד החיפושיות מוגבלות. השימוש בתכשירי הדברה כימיים מאתגר במיוחד, בהתחשב בכך שהחיפושיות מצויות רוב חייהן בעומק רקמת העצים הפונדקאים. ניתן להשתמש בתכשירים קוטלי חרקים על פני הקליפה כדי למנוע התקפות חדשות או לקטול את החיפושיות הבוגרות הצעירות המגיעות מהגלריות בדרכן לתקוף עצים נוספים (מנדל ואח', 2016; Eatough-Jones et al., 2017). עם זאת, באזורים חמים כמו ישראל, שהחיפושית פעילה בהם רוב חודשי השנה, גישה זו מחייבת טיפולים רבים, ועל כן בעייתית. על רקע זה עלו בספרות המקצועית רעיונות לטיפולים המשלבים קוטלי חרקים וקוטלי פטריות מערכתיים כאסטרטגיה למיקוד טוב יותר הן בחיפושיות שבתוך הגלריות הן בפטריות הסימביוטיות הגדלות בדופן הגלריות (Mayorquin et al., 2018; Grosman et al., 2019).

במסגרת מחקר קודם (מנדל ושות', 2021) נבחנו תשעה קוטלי חרקים מערכתיים מסחריים כנגד זחלי החיפושית שהתפתחו במעבדה על תפטיר הפוזריום הסימביוטי. חלק מהתכשירים שנבחנו הציגו יעילות קטילה גבוהה, בעיקר פרקליים (על בסיס אממקטין בנזואט, Emamectin Benzoate), קונפידור (Imidacloprid), וקורגן (Cyantraniliprole). כל השלושה הם תכשירים מערכתיים. כמו כן, נבחנה השפעה של 39 תכשירים, רובם

קוטלי פטריות, על עיכוב התפתחות הפוזריום הסימביוטי. שמונה המצטיינים היו קוטלי פטריות מובהקים: אוקטב (Prochloraz Manganese), דלטן (Carbendazim), טקטו (תיאבנדזול), אגרוסטר (Metconazole), פאנץ (Flusilazole), אוריוס ופוליקור (Tebuconazole) ווקפטן (Bromuconazole). פרקליים גם עיכב ב-50% את התפתחות הפוזריום. במחקר במעבדה בקליפורניה נמצא שהתכשיר פרופיקונזול (Propiconazole) מבטיח מאוד בהדברת הפוזריום הסימביוטי של חיפושית האמברוזיה של האבוקדו (Eskalen et al., 2016), אך בארץ הוא נגז ואינו משווק.

תכנון הניסוי

מטרת הניסויים הייתה גיבוש ממשק המבוסס על הזרקה של תכשירי הדברה מערכתיים כדי למזער את נזקי החיפושית. בחרנו להתמקד בשני מיני עצים – אלון ודולב – בשל חשיבותם היערנית והנופית. אתרי הניסוי שנבחרו הם: א. הגן הבוטני בגבעת רם, ירושלים; ב. שטחי הני הפרטי והציבורי ביישוב שכניה בגוש משגב. עצים בשני האתרים האלה סווגו על פי עוצמת הנגיעות הכללית בחיפושית האמברוזיה באמצעות בחינה חיצונית. נקבעו ארבע דרגות של מדד הנזק – 0: ללא נזק (בריא), 1: נזק קל (דרגה 2 אינה קיימת כדי לכמת נכון את עוצמת הנזק), 3: נזק בינוני, 4: נזק קשה. הבאנו בחשבון שיתכן כי עצים במצב קשה לא יתאימו לטיפול בשל שיבוש ההתפשטות של התכשיר בעצה. נערך מעקב אחר השינויים בתסמיני הנזק שהחיפושית חוללה לפני הטיפול ולאחריו, ותוצאותיו שימשו להערכת יעילות הטיפול.

הביקורת כללה עצים בריאים, אך גם עצים מקטגוריות הנזק האחרות (טבלה 1). העצים במסגרת הניסוי סומנו בברקוד (בעזרת חברת "קוד אילן"). בוצעו ארבעה סקרים, וכל אחד מהם נערך על ידי ארבעה-חמישה סוקרים, השותפים למחקר. בגן הבוטני בוצעו ארבעה סקרים (בין אפריל

קבוצה	אתר	הגן הבוטני	שכניה
עצים שעברו טיפול	30	16	
עצי ביקורת	53	16	
סך הכול	83	32	
טבלה 1			
תכנון הניסוי			

ננעץ פקק עם שסתום סיליקון חד-כיווני האוטם היטב את חור הקידוח ומבטיח מניעת זרימה של התכשיר המוזרק החוצה, ולכן הזיהום הסביבתי בחומרי הדברה מזערי.

במהלך הטיפול נתקלנו בקושי להזריק את התכשירים למרבית העצים, ובייחוד את התכשיר טקטו. בשל כך, בכמחצית מהעצים ביצענו מיהול נוסף לטקטו כדי להקל על ההזרקה, אך הדבר לא סייע באופן משמעותי. חלק מעצי האלון הגיבו באופן שלילי להזרקה, והתפתחו בהם כיבים והפרשות, בעיקר בטווח הזמן הקצר. עם זאת, כשנה לאחר ביצוע ההזרקה הייתה החלמה טובה; ברוב העצים ההחלמה של 'כיבי ההזרקה' הייתה מלאה.

תוצאות

נמצאו הבדלים מובהקים במדד הבריאות ($P < 0.0001$) בין העצים שטופלו לבין עצי הביקורת בשני אתרי הניסוי. לא נמצא הבדל מובהק במדד הבריאות ($\text{Prob} > F = 0.9168$) של מיני העצים בגן הבוטני (כולם מיני עצי אלון), אך נמצא הבדל מובהק בשכניה ($\text{Prob} > F = 0.0121$). לא נמצאה השפעה מובהקת של הטיפולים בשני האתרים ($\text{Prob} > F = 0.7516$ ו- $\text{Prob} > F = 0.5866$, בהתאמה). גם ההבדלים במדדי הנזק בין האתרים לא היו מובהקים ($\text{Prob} > F = 0.1995$).

שינויים עיתיים במדד הנזק בשתי קבוצות העצים לפני טיפול ההזרקה ואחריו מוצגים באיור 1. גם בעצים שהוזרק להם מינון כפול לא נרשמו שינויים משמעותיים במדד הנזק עם הזמן. בעצי הביקורת בגן הבוטני נרשמה מגמה מסוימת של החמרה, אך כאמור, ההבדלים בין מועדי הדגימה לא היו מובהקים. ההבדלים במדד הנזק בין חמשת מיני האלון שנבחנו בגן הבוטני היו קטנים מאוד ולא מובהקים (טווח של 0.85–1.08 על פי הסדר מהגבוה לנמוך: אלון אנגלי [*Q. robur*], אלון האס [*Q. haas*], אלון שסוע [*Q. cerris*], אלון הארטוויס [*Q. hartwissiana*] ואלון ארוך-עוקצים). ההבדלים במדדי הנזק בשלושת מיני האלונים שנבחנו בשכניה היו גדולים יותר (טווח של 0.46–2.22 על פי הסדר מהגבוה לנמוך: אלון אנגלי, אלון ארוך-עוקצים ואלון מצוי [*Q. calliprinos*]). באיור 2 מוצגים הנתונים של מדד הנזק בארבעה מיני אלון בשני האתרים במשותף. שני מיני אלון, אלון ארוך-עוקצים ואלון אנגלי, נבחנו במספרי עצים גדולים יחסית לאחרים. רק באלון אנגלי נצפתה מגמה מעודדת (אם כי לא מובהקת), כלומר פחיתה בממד הנזק בטיפול, ועלייה במדד הנזק בעצי הביקורת.

בשכניה בוצעו שלושה סקרים (בין יוני 2022 ליוני 2023). הזרקות תכשירי ההדברה לגזעי העצים (כמפורט בהמשך) בוצעו באפריל 2022 בגן הבוטני וביוני 2022 ביישוב שכניה.

בשני האתרים נבחרו בדרך כלל מיני אלון הנחשבים רגישים לנגע האמברוזיה, בעיקר אלון ארוך-עוקצים ואלון אנגלי. בשכניה נכללו גם כמה פרטים של דולב וכליל החורש. הסקרים בוצעו בשני האתרים על ידי אותה קבוצת סוקרים, עם שינויים קלים בצוות.

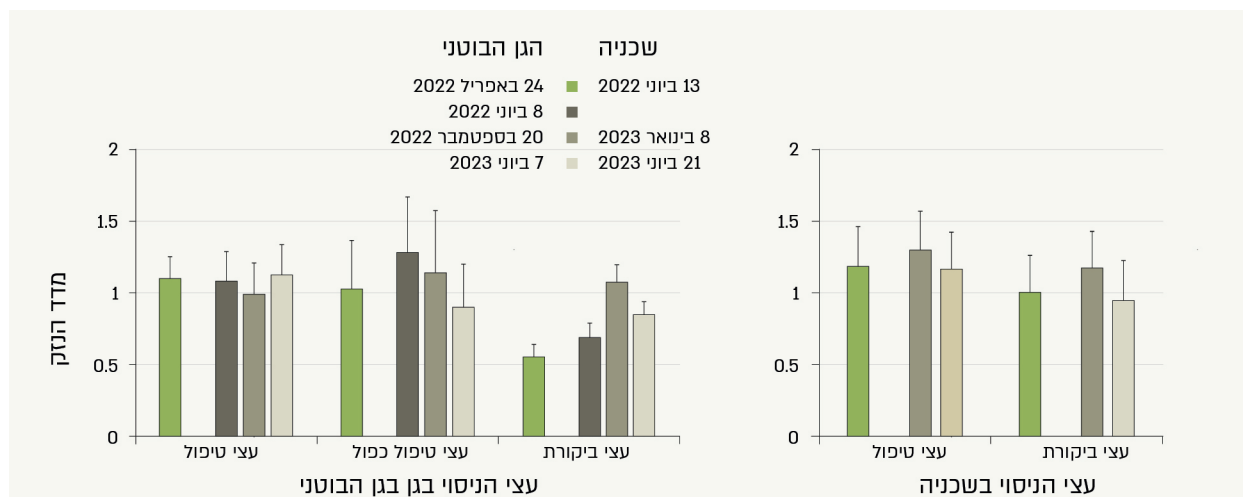
לצורך המבחן הסטטיסטי חושב הממוצע של מדד הנזק. התייחסנו לממוצע שהתקבל כמשתנה רציף. נבנה מודל Fit Least Squares שמשווה בין שתיים או שלוש הדגימות בהתאמה ובכל אתר בנפרד. המודל מתחשב בטיפול וכן במין העץ, במדד הנזק לפני טיפול ובקוטר הגזע בגובה החזה (DBH). נעשה שימוש גם במבחן 'effect test', והנתונים נותחו לכל אתר בנפרד ולשני האתרים יחד.

התכשירים שהוזרקו לעצים

לעצים הוזרקו שני תכשירים: א. ארבורמקטין (ArborMectin) – תכשיר על בסיס אממקטין בנזואט. התכשיר פועל כנגד מזיקי שלד בעץ בשל תנועתו המערכתית הטובה בעץ (Byrne et al., 2020). הבחירה בתכשיר נעשתה לאור תוצאות ראשוניות שהתקבלו בישראל ובניסויי מעבדה ושדה בקליפורניה; ב. טקטו (על בסיס תיאבנדזול) – הטקטו שייך לקבוצה כימית (benzimidazoles, דומה לזו של פרופיקונזול) ונמצא, כאמור לעיל, יעיל כנגד הפוזריום של נגע האמברוזיה במבחני צלחות במעבדה.

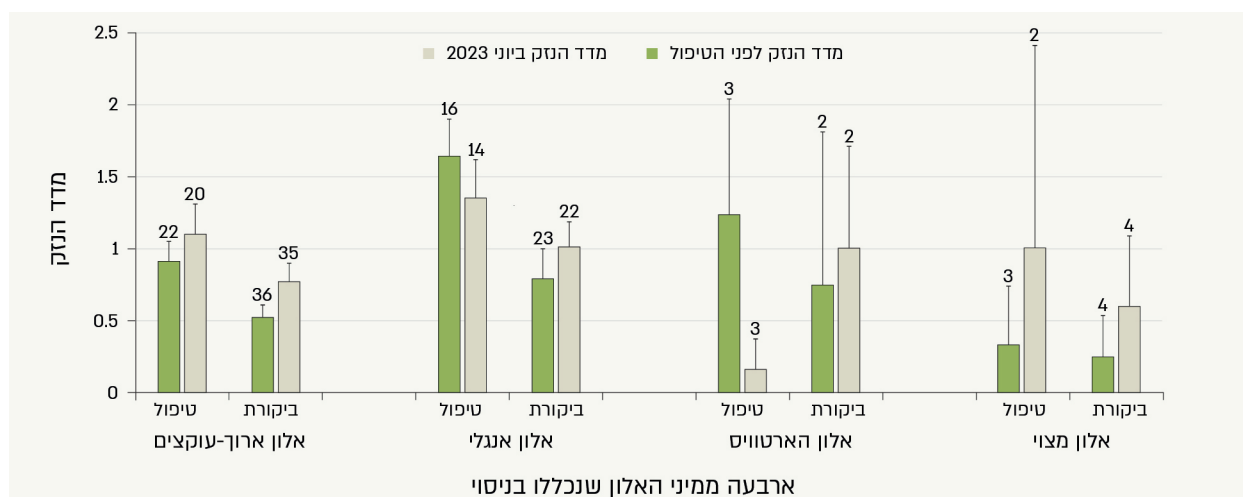
בשל היקף הניסוי לא יכולנו לבצע טיפולים עם כל תכשיר בנפרד, לכן לכל עץ מטופל הוזרקו שני התכשירים. המינון של כל אחד מהתכשירים לעץ היה סמ"ק אחד של תכשיר טכני (לא מהול) לכל ס"מ קוטר הגזע בגובה החזה. לשמונה מהעצים שטופלו בגן הבוטני הוזרק מינון כפול של שני התכשירים (כלומר 2 סמ"ק תכשיר טכני לכל ס"מ קוטר הגזע).

טכניקות קידוח החדרת התכשירים לעץ התבצעה באמצעות הזרקה בלחץ גבוה. בשני האתרים השתמשנו במערכת הזרקה QUICK JET AIR של חברת ARBORJET (מסצ'וסטס, ארה"ב). התכשירים הוזרקו לתוך עצה חיה. חישוב כמות התכשיר מתבסס על קוטר הגזע ועל גודל הנוף. הקידוח התבצע במקדח 6 מ"מ בעל סליל כפול המבטיח את פליטת הנסורת מחור הקדח. לתוך פתח חור הקדח



איור 1

השוואת מדד הנזק בכל העצים בהתאמה לטיפולם בשני אתרי הניסוי. אתרי הניסוי הם הגן הבוטני בגבעת רם וביישוב שכניה. מועד הדגימה המוקדם בכל אתר הוא תאריך ביצוע ההדברה.



איור 2

השוואת מדד הנזק בעצי אלון מארבעת המינים העיקריים שנכללו בניסוי בשני האתרים מספר העצים שנכללו בקבוצת הטיפול מופיע מעל קו שגיאת התקן.

דיון ומסקנות

בשאלה אם יש להמשיך ולטעת מיני עצים הרגישים לנגע. מערך הניסוי שביצענו בגן הבוטני בגבעת רם וביישוב שכניה לא סיפק תשובות חדות וברורות לגבי השפעת שני התכשירים המערכתיים שהופעלו בהזרקה – חומר קוטל חרקים אממקטין בנזואט וחומר קוטל פטריות תיאבנדזול. עם זאת, למרות מגבלות הניסוי (ראו להלן) התקבלו מגמות חיוביות. במערכת ניסויים מורכבת יותר שהתבצעה בקליפורניה, נמצא שהזרקה של אממקטין בנזואט לגזע בשילוב קוטל הפטריות המערכתי פרופיקונזול הפחיתה את

ההתמודדות עם חיפושית האמברוזיה של האבוקדו כמזיק של עצי נוי ויער היא אתגר ממשקי, כלכלי ואקולוגי כאחד. היות שאמצעים ידידותיים לסביבה, כמו אויבים טבעיים או שימוש במלכודות, אינם חלק מהכלים היעילים, במקרים שמדובר בעצים פונדקאים שאינם מצוידים במערכות הגנה שימנעו את הפגיעה, נדרשת הגנה באמצעות תכשירי הדברה. מכאן גם נגזר אתגר ההתמודדות, ונדרש לדון

חלון 1

התמודדות עם פגיעת נגע האמברוזיה בעצי הדולב באגמון החולה

עצי דולב מזרחי באגמון החולה ניטעו על ידי קק"ל בין השנים 1994–2000. כיום נטועים באתר כ-150 עצי דולב, מיעוטם דולב מקסיקני. בשנת 2018 זוהו תקיפות ראשונות של חיפושית האמברוזיה של האבוקדו בעצי אלון ארוך-עוקצים באגמון החולה. בוצעה פעולת הזרקה אחת בפרוקליים, שלא שיפרה את מצבם בשל הנזק החמור שכבר נגרם. שנה לאחר מכן כבר ניכר נזק בעצי הדולב במקום. נכתבה תוכנית פעולה שכללה את המהלכים הבאים: א. כריתת ענפים תחתונים פגועים; ב. צילום העצים לפני הטיפול למעקב; ג. הסרת קטעי קליפה פגועים וריסוס נקודתי בקוצייד (תכשיר על בסיס גופרת נחושת); ד. הזרקת פרוקליים; ה. ריסוס טלסטאר (Bifenthrin) 2% על הגזעים והענפים התחתונים עד לגובה 9 מטר לפחות; ו. ניטור אוכלוסיית החיפושיות באמצעות מלכודות; ז. מעקב אחת לחודשיים במהלך העונה החמה על חורי חדירה חדשים; ח. חזרה על סעיפים ד' ו-ה' לאחר שנה. בפועל, בשל שורה של מגבלות בוצעה פעולת הדברה בודדת כדי להגן על עשרה עצי דולב עם סימני פגיעה מובהקים, שכללה הזרקה לגזע של פרוקליים בסוף יוני 2020, וכחמישה שבועות מאוחר יותר התבצע ריסוס הגזע והענפים בטלסטאר. בזמן הטיפול הנגיעות הייתה גבוהה, ואחד העצים לא שרד. בסקר מקיף שבוצע בקיץ 2023 נמצאו מעל ל-100 עצי דולב באגמון עם דרגות פגיעה שונות. מצבם הבריאותי של חלק מהעצים ממשיך להתדרדר, לעיתים עד כדי מוות בשל אי-התעוררות מהשלכת או מייד לאחר ההתעוררות. נמצא שהסרת ענפי שלד בעצים בוגרים מעודדת התקפה של חיפושית האמברוזיה ואכלוס אפקטיבי בפצעי הגיזום סביבם. עצים הגדלים סמוך למקורות מים, ככל הנראה מהמין דולב מקסיקני, לא נתקפו למרות שכיחות החיפושית הגבוהה במרחב הקרוב להם. בשל הפגיעה הקשה בעצי הדולב אין כוונה להמשיך ולטעת אותם בשטח האגמון.

ריכוז המידע: עומר גולן, אפי נעים, מאור אלרון, וניצן בירנבאום

אכלוס עצי דולב בחיפושית ומנעה במידה רבה אכלוס של החיפושיות בעצים בריאים (Grosman et al., 2019). הניסוי כלל שני מחזורי הזרקה, והראה שההזרקה מוצלחת למדי כטיפול מונע. באף מקרה לא התקבלה מניעה מלאה של האכלוס בחיפושית. יש להניח שהתכשירים המערכתיים לא יועילו הרבה בעצים המאוכלסים בכבדות בחיפושית, מכיוון שהחומר לא יגיע ליעדו. זרימת המים בעצה שמאופיינת בגלריות צפופות של החיפושית – משובשת, והגעת התכשיר למקום הימצאות החיפושיות והפטריות הסימביוטיות ככל הנראה אינה יעילה. ייתכן שזו אחת הסיבות לתמונה הלא ברורה שהתקבלה במערכת הניסוי שלנו. נתקלנו בשני מכשולים עיקריים במהלך הניסוי: א. הניסויים האלה מורכבים ויקרים, ובשל מגבלות תקציב לא היה ניתן להרחיב את הניסוי ולחזור על הטיפולים; ב. שטחי הניסוי נמצאים בשטחי נוי הצמודים למגורי התושבים, והצורך לתאם כל בדיקה עם הדיירים הקשה על הפעלת המערכ.

ראוי לציין כי תמונת ההדברה ברורה וחיובית יותר בעצים שהוזרק להם מינון כפול, כחלק מדרישת השירותים להגנת הצומח ולביקורת, לצורך בדיקת פיטוטוקסיות, שקשורות למהלך רישוי החומרים. היבט נוסף הקשור להדברה יעילה של אוכלוסיית החיפושית בעצים בבית הגידול קשור לאפשרות לבצע ממשק הדברה מרחבי. התפשטות אוכלוסיית החיפושית במרחב מודגשת בתיאור בשני המקרים המתוארים בחלונות 1 ו-2, באגמון החולה ובמודיעין. בשני המקרים היה צורך להתמודד עם אוכלוסיית חיפושית המתאפיינת בפעילה גבוהה גם באמצעות תכשיר פריטראידי הפועל כרעל מגע וזאת נוסף על השימוש בתכשיר המערכתי. טיפולים בודדים וחלקיים ואי-ביצוע תוכנית הממשק שהומלצה בחלון 1 אפשרו למעשה את המשך התפרצות החיפושית והתרחבות הנזקים שנגרמו.

בדיעבד אפשר לשער במידה רבה של ביטחון שההזרקה מניעתית של התכשירים בכל עצי הדולב באגמון ובעצים פונדקאים רגישים אחרים, כמו אלון ארוך-עוקצים, הייתה מונעת את הנזק או ממתנת אותו. שאלה זו נותרת פתוחה, וצריכה להיבחן על רקע העלויות והמשמעויות האקולוגיות הכרוכות בכך. ההתפרצות בעיר מודיעין (המתוארת בחלון 2) מדגישה בדיעבד את הצורך במעקב קפדני אחר התפתחות אוכלוסיות של החיפושית, תגובה מיידית והגנה על העצים הרגישים (שלא התבצעה במקרה זה לפני ביצוע תוכנית ההדברה). פעולות ההדברה הנמרצות שבוצעו במודיעין מחייבות המשך ניטור ופעילות הדברה כמומלץ (חלון 2). מחקרים בקליפורניה (Eatough Jones et al., 2017; Mayorquin et al., 2018) הצביעו על כך שריסוס חיצוני, כמו שנעשה בתכשירים פריטראידיים,

חלון 2

התמודדות עם התפרצות חיפושית האמברוזיה של אבוקדו בעצי הפארק הירוק בעיר במודיעין

רצועת הפארק הירוק שבשדרת יצחק רבין בעיר מודיעין ניטעה בשנת 2000, ובקטע הפארק הזה נטועים כ-300 עצים. אלון אנגלי, אלון ארון-עוקצים ודולב מקסיקני מהווים 80% מכלל העצים בפארק. במהלך חודש מאי 2023 בחנו את הפגיעה בעצים בפארק. הבדיקה העלתה שרמת האוכלוסייה של חיפושית האמברוזיה של האבוקדו גבוהה מאוד, ושהיקף הפגיעה ועוצמתה נרחבים.

נכתבה תוכנית פעולה שתכליתה לנסות ולהציל כמה שיותר עצים ולמנוע או לפחות לצמצם נזק חמור לעצים שטרם נפגעו באופן אנוש. התוכנית הייתה דומה לפרוטוקול באגמון החולה. בחינת מצב העצים שטופלו בתכשירים מקבוצת הפרתירואידיים בריסוס (טלסטאר [Bifenthrin] וקרטה מקס [Lambda Cyhalothrin]) בנובמבר 2023 העידה שהפעילות וההתפשטות של הנגע נעצרו. במאי 2024 בוצע ריסוס של העצים שטופלו באמצעות תכשיר ביווריה. התכשיר מבוסס על הפטרייה האנטומופיתוגנית *Beauveria bassiana* ומיועד להגן על העצים מכני אכלוס חדש של החיפושית, ללא חשש של פגיעה בסביבה ובמשתמשים בפארק.

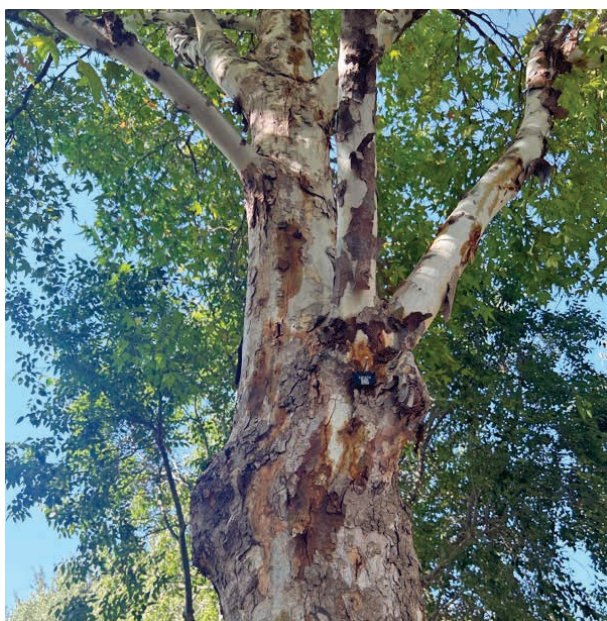
ריכוז המידע: אילן נזריאן

מקורות

- Byrne FJ, Almanzor J, Tellez I, Eskalen A, Grosman DM, and Morse JG. 2020. Evaluation of trunk-injected emamectin benzoate as a potential management strategy for Kuroshio shot hole borer in avocado trees. *Crop Protection*, 132, 105136.
- Eatough-Jones M, Kabashima J, Eskalen A, Dimson M, Mayorquin JS, Carrillo JD, et al. 2017. Evaluations of insecticides and fungicides for reducing attack rates of a new invasive ambrosia beetle (*Euwallacea* sp., Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in infested landscape trees in California. *Journal of the Entomological Society of America*, 110, 1611–1618.

- מנדל צ, פרטסוב א, מימון מ ופרימן ס. 2021. פתוגנים סימביוטיים כמחוללי מחלות צמחים: נגע האמברוזיה בישראל. בתוך: אלעד י, דומברובסקי א, מנוליס-ששון ש ועזרא ד (עורכים). **תובנות חדשות במחלות צמחים**. המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים. עמ' 1–25.
- <https://volcaniarchive.agri.gov.il/skn/tu/e55413>
- מנדל צ, פרטסוב א, מרגלית ע, פלבסקי א, פרימן ס, מימון מ ואח'. 2016. אמברוזיה באבוקדו: החיפושית והפטירות שהיא נושאת – תובנות חדשות. **עלון הנוטע**, 17, 32–37.

- Li Y, Ruan Y, Stanley EL, Skelton J, and Hulcr J. 2019. Plasticity of mycangia in *Xylosandrus ambrosia* beetles. *Insect Science*, 26, 732–742.
- Liu X, Robinson P, Madore M, Witney G, and Arpaia M. 1999. 'Hass' avocado carbohydrate fluctuations. I. Growth and phenology. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 671–675.
- Lynch S, Twizeyimana M, Wang D, Mayorquin J, Na F, Kayim M, et al. 2016. Identification, pathogenicity, and abundance of *Paracremonium pembeum* sp. nov. and *Graphium euwallaceae* sp. nov. – two new mycangial fungal associates of the polyphagous shot hole borer (*Euwallacea* sp.) in California. *Mycologia*, 108, 313–329.
- Mayorquin JS, Carrillo JD, Twizeyimana M, Peacock BB, Sugino KY, Na F, et al. 2018. Chemical management of invasive shot hole borer and Fusarium Dieback in California sycamore (*Platanus racemosa*) in Southern California. *Plant Disease*, 102, 1307–1315.
- Mendel Z, Lynch SC, Eskalen A, Protasov A, Maymon M, and Freeman S. 2021. What determines host range and reproductive performance of an invasive ambrosia beetle *Euwallacea fornicatus*, lessons from Israel and California. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 654702.
- Ploetz R, Hulcr J, Wingfield M, and de Beer Z. 2013. Destructive tree diseases associated with ambrosia and bark beetles: Black swan events in tree pathology? *Plant Disease*, 97(7), 856–872.
- Skelton J, Johnson AJ, Jusino MA, Bateman CC, Li Y, and Hulcr J. 2019. A selective fungal transport organ (mycangium) maintains coarse phylogenetic congruence between fungus-farming ambrosia beetles and their symbionts. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1894), p.20182127.
- Stouthamer R, Rugman-Jones P, Thu PQ, Eskalen A, Thibault T, Hulcr J, et al. 2017. Tracing the origin of a cryptic invader: Phylogeography of the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) species complex. *Agriculture and Forestry Entomology*, 19, 366–375.
- Eskalen A, Lynch SC, Na F, Mayorquin JS, Carrillo JD, Lira A, et al. 2016. Fusarium dieback in California: Another ambrosia beetle associated disease of avocado and urban forest.
- Freeman S, Miller G, Maymon M, Elazar M, Protasov A, and Mendel Z. 2018. Interactions between three symbiotic fungi associated with an invasive ambrosia beetle and their host trees in Israel. 14th European Conference on Fungal Genetics. Haifa, pp. 60.
- Freeman S, Miller G, Protasov A, Maymon M, Elazar M, David-Schwartz R, et al. 2019. Aposymbiotic interactions of three ambrosia beetle fungi with avocado trees. *Fungal Ecology*, 39, 117–130.
- Freeman S, Sharon M, Maymon M, Mendel Z, Protasov A, and Aoki T. 2013. *Fusarium euwallaceae* sp. nov. a symbiotic fungus of *Euwallacea* sp., an invasive ambrosia beetle in Israel and California. *Mycologia*, 105(6), 1595–1606.
- Grosman DM, Eskalen A, and Brownie C. 2019. Evaluation of emamectin benzoate and propiconazole for management of a new invasive shot hole borer (*Euwallacea* nr. *fornicatus*, Coleoptera: Curculionidae) and symbiotic fungi in California sycamores. *Forest Entomology*, 112, 1267–1273.
- Huang YT, Skelton J, and Hulcr J. 2020. Lipids and small metabolites provisioned by ambrosia fungi to symbiotic beetles are phylogeny-dependent, not convergent. *The International Society for Microbial Ecology Journal*, 14(5), 1089–1099.
- Hulcr J and Dunn R. 2011. The sudden emergence of pathogenicity in insect-fungus symbioses threatens naive forest ecosystems. *Proceedings of the Royal Society of London*, 278, 2866–2873.
- Jordal BH. 2015. Molecular phylogeny and biogeography of the weevil subfamily Platypodinae reveals evolutionarily conserved range patterns. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 92, 294–307.
- Diehl JMC, Kowallik V, Keller A, and Biedermann PHW. 2022. First experimental evidence for active farming in ambrosia beetles and strong heredity of garden microbiomes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289, 20221458.
- Lehenberger M, Foh N, Göttele A, Six D, and Biedermann PHW. 2021. Nutrient-poor breeding substrates of ambrosia beetles are enriched with biologically important elements. *Frontiers in Microbiology*, 12, 664542.



דולב מזרחי הרגיש לנגע האמברוזיה, עם נגיעות טיפוסיות על הגזע והענפים. הפארק הירוק, מודיעין



חיפושית האמברוזיה של האבוקדו



ניתוח העדפות קהל של מבקרים מעל גיל 65 בחניוני יערות קק"ל

ערן כתר¹ | יערה שפיגל² | נגה קולינס-קריינר^{2*}

1 המחלקה לניהול תיירות ומלונאות, המכללה האקדמית כנרת

2 בית הספר למדעי הסביבה, אוניברסיטת חיפה

* nogack@geo.haifa.ac.il

תקציר

שכן הם מהווים מקום למפגש עם הטבע ולבילוי חברתי, ותורמים לבריאות הגופנית והנפשית של המבקרים.

המלצות המחקר הן כי יש להתייחס לקהל הוותיקים כפלח משתמשים ראוי בעת תכנון, פיתוח, ניהול ושיווק של חניוני יער, כיוון שלבילוי ביער יש יתרונות גדולים עבורם, וכיוון שחלקם באוכלוסייה הולך וגדל. לכן, יש לשתף נציגים מקבוצת גיל זאת בתכנון ובפיתוח של החניונים, במטרה לקבל את זווית הראייה הייחודית להם, וכן לקדם תוכניות פעילות בחניוני יערות קק"ל עבור מבקרים ותיקים, בהתבסס על התועלת הרבה שניתן להפיק מהביקור ביער. המחקר התקיים ביערות במחוז צפון של קק"ל, אך מסקנותיו נמצאו כתקפות ליערות קק"ל ככלל.

אוכלוסיית העולם מזדקנת, ועד לשנת 2050 מספר האנשים מעל גיל 65 יכפיל את עצמו ויגיע לכ-1.5 מיליארד. הגידול הדרמטי במספר הוותיקים משפיע על תחומי החיים השונים, ובין היתר, גם על פעילויות פנאי הנאה ותיירות. המחקר בוחן עמדות ורצונות של מבקרים ותיקים (תושבי ישראל בני 65 ומעלה) ביחס לפעילות פנאי בחניוני היער. הזדקנות האוכלוסייה בעולם ובישראל וחשיבות היערות לאיכות החיים של האוכלוסייה הוותיקה מחייבות מחשבה על תכנון האתרים והשירותים. מטרת המחקר היא לשפר את התכנון, השירות והחווייה שחניוני היער מספקים לאוכלוסייה זו. סקר מבקרים הועבר ל-446 משיבים מעל גיל 65. מתוך ממצאי המחקר עלתה החשיבות הרבה של רמת הניקיון בחניון, תשתיות החניון (צל, פחים, שירותים וברזי מים), גישה נוחה מהחניה, היבטי נגישות, שילוט ומידע, וכן הימצאותם של שולחנות וספסלי פיקניק. ניתוח הממצאים חשף הבדלים משמעותיים בעיקר בין קבוצות הגיל השונות בתוך האוכלוסייה הוותיקה, וכן בין מבקרים שתדירות הביקור שלהם באתרים שונה. לפי התפיסה של "זקנה פעילה", שמירה על פעילותו של אדם חיונית להשגת רמות גבוהות של סיפוק בחיים. לחניוני היער חשיבות רבה,

מילות מפתח

אוכלוסייה ותיקה, זקנה פעילה, חניוני יער, פעילות פנאי, רווחה ושלומות (wellbeing), תכנון סביבתי

הזדקנות האוכלוסייה בעולם ובישראל

אוכלוסיית העולם מזדקנת, ועל פי התחזיות, עד לשנת 2050 מספר האנשים מעל גיל 65 יכפיל את עצמו ויגיע לכ-1.5 מיליארד (United Nations, 2019). לדוגמה, ביפן אחוז בני ה-65 ומעלה מכלל האוכלוסייה היה 26.6% בשנת 2015, והוא צפוי לעלות ל-33.3% בשנת 2036 ול-38.4% בשנת 2065 (Japanese National Institute of Population and Social Security Research, 2017). בגרמניה אחוז בני ה-65 ומעלה צפוי לגדול מ-15.5% בשנת 2013 ל-29% בשנת 2030 ול-33% בשנת 2060 (German Federal Statistical Office, 2015).

בישראל האחוזים אומנם נמוכים יותר בשל קצב הילודה הגבוה, אך עם זאת, בני ה-65 ומעלה שבשנת 1980 היו 8.6% אחוזים מהאוכלוסייה, מהווים כיום כ-11.8%, ובשנת 2065 צפויים להוות כ-15.3% מהאוכלוסייה. בשנת 1980 היו כ-340,00 בני 65+, בשנת 2040 צפויים להיות כשני מיליון, ובשנת 2065 מעל שלושה מיליון איש (חליחל, 2019). הגידול הדרמטי במספר התושבים הוותיקים משפיע על תחומי החיים השונים, ובמציאות חדשה זו גוברת החשיבות לתשומת הלב הניתנת לצרכיה של האוכלוסייה הוותיקה. בין היתר, נדרשת תשומת לב לרכיבים של פנאי והנאה כחלק בלתי נפרד מהחיים, המעניקים להם את טעמם גם בגילים המתקדמים יותר (Coughlin, 2017).

מיהו ותיק? אפיון אוכלוסיית הוותיקים הוא נושא מורכב, בין היתר בשל מידת ההטרוגניות הרבה הקיימת בקבוצת גיל זו. ניתן לסווג את האוכלוסייה הזאת על פי פרמטרים של מדדים דמוגרפיים וסוציו-דמוגרפיים, כמו גיל, מין, מצב משפחתי, השכלה, רמת תפקוד, מצב בריאותי ועוד (Fleischer and Pizam, 2002). מונחים שונים משמשים להגדרה של קבוצת האנשים בגיל הזקנה, בהם 'הפלח המבוגר' (Older market, Senior market), 'הפלח הבוגר' (Mature market), 'בני ה-70/60/50 פלוס' (50/60/70 plus market) ועוד (Patterson and Balderas, 2018). נוסף על כך, קיים חוסר עקביות בשימוש בטווחי הגיל המשויכים לקטגוריית הזקנה. במקרים מסוימים גיל 50 ומעלה נחשב לוותיק, במקרים אחרים גיל 60 ומעלה, ולעיתים גיל 65 ומעלה (גיל הפרישה הרשמי, שמזכה בזכויות סוציאליות ובפנסיה בארה"ב), כתלות במחקר הספציפי (Patterson, 2006). בישראל גיל הפרישה הרשמי לנשים יגיע ל-65 בעשור הקרוב, ועבור גברים הוא כיום 67 ובעתיד יהיה 70.

על פי Muller ואח' (2007) ניתן לחלק את האוכלוסייה המבוגרת לשלושה שלבי חיים:

1. הקן הריק 'Empty nesters' (בני 55–64 שנים): כאלה

שעדיין עובדים, אך ילדיהם כבר עזבו את הבית ואינם תלויים עוד בהוריהם. הם בעלי הכנסה גבוהה יחסית ויציבה, ונוסעים לטיולים קצרים יותר אך בתדירות גבוהה. 2. מבוגרים צעירים 'Young seniors' (בני 65–79): רבים מהם יצאו לגמלאות, הם משתמשים בחסכונות העבר כדי להתמודד עם ההוצאות השוטפות. הם בעלי מודעות גבוהה לבריאותם, ובחרים להוציא את כספם על מוצרים ושירותים איכותיים. 3. מבוגרים 'Seniors' (בני 80 ומעלה): נמצאים בשלב הפרישה המאוחרת, המצב הבריאותי עשוי להיות בירידה, הצורך בבתי אבות גובר. תדירות נסיעותיהם פחותה משמעותית, והם מעדיפים יעדים מקומיים.

חוקרים אחרים בחרו דרכים אחרות לחלוקה, כמו 50–65 מול 65 ומעלה, אך בכל מקרה ברור כיום שהגיל הכרונולוגי אינו הסמן היחיד, ושקיימת משמעות רבה גם לתחושה הסובייקטיבית של האדם. גיל סובייקטיבי שכזה יכול להיות נמוך יותר אף ב-7–15 שנים מהגיל הכרונולוגי (Meiners et al., 2010). במחקר זה הגיל המוגדר כגיל זקנה הוא 65+, כפי שמקובל במדינות רבות בעולם, וכפי שמגדירה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל. במאמר ייעשה השימוש בביטויים 'ותיקים' או 'מבקרים וותיקים' עבור קבוצת הגיל של בני ה-65 ומעלה המתוארת במחקר.

פעלתנות בזקנה וביקור באתרי טבע, פארקים ויערות

אתרי טבע הם שטחים פתוחים מבוססי טבע, שפתוחים לציבור הרחב ומשמשים למטרות ביקור וטיול, ונכללים בהם שמורות טבע, גנים לאומיים ויערות. חשיבותם של אתרי הטבע עבור כלל האוכלוסייה גדולה. האתרים האלה הם מקום למפגש עם הטבע ולבילוי חברתי, הם תורמים לבריאות הגופנית והנפשית (Onose, 2020; Veccelio et al., 2021), ומשפיעים השפעה מכרעת על רווחת המבקרים בהם (Ali et al., 2022). ההשפעות המיטיבות של שהות ביער כוללות, בין היתר, שיפור ברווחה הנפשית, שיפור במידת היצירתיות, חיזוק מערכת החיסון, הפחתת תחושות של מתח וחרדה ועלייה במידת החיוניות הפיזית (Yu and Hsieh, 2020).

מחקרים מצאו את קיומו של אפקט ריפוי (Healing effect), כלומר קשר חיובי בין בילוי של מבקרים באתרי הטבע והפארקים לבין רווחתם הפיזית והנפשית-רגשית. הדבר בא לידי ביטוי בהפחתת רמות הקורטיזול, החרדה ומצב הרוח הרע (Rodiek, 2002). בהתאם לכך, קיימת פרקטיקה נפוצה של Forest Therapy במדינות כגון יפן, סין וטאיוואן,

שאלון הסקר כלל 29 פריטים, ובהם שאלות אישיות, בחינת רמת חשיבותם של היבטים שונים בעת הביקור בחינוך, שאלות לגבי גורמים חשובים בחינוכי יער והיגדים על אודות ביקור בחינוכי יער. השאלות שנגעו לביקור עצמו לא הוכנסו לחישוב הסופי בגלל מספר נמוך של משיבים.

את השאלון חיברו עורכי המחקר, והוא הוצג כפיילוט לעשרה משתתפים. לאחר הפיילוט התבצע תיקון בשאלות שלא הובנו או לא יצרו בידול בין המשתתפים. סולם התשובות נע בין 1 ל-5 על פי סולם ליקרט.

הסקר הופץ בשתי דרכים משלימות כדי ליצור תמהיל משיבים מקיף וממזה: ראשית, חלוקת שאלונים למבקרים בפועל מקהל היעד. השימוש בשיטת דגימה זאת נעצר ב-7.10.2023, ועל כן נדגמו רק 24 מבקרים בפועל, רובם ביער שוויץ. שנית, נערכה דגימה מסוג כדור שלג דרך פנייה אישית והפצה דיגיטלית של שאלונים באמצעות בקשות ממכרים, קבוצות פייסבוק, קבוצות ווטסאפ וכדומה. קהל היעד של המחקר היה מבקרים ישראלים מעל גיל 65. המחקר נערך בין חודש ספטמבר 2023 לחודש פברואר 2024. סך הכול נאספו ועובדו סטטיסטית 446 שאלוני מבקרים.

ממצאי המחקר

אפיון המשיבים

המדגם במחקר הנוכחי נפרס באופן אפקטיבי על פני קבוצות המשנה המרכיבות את אוכלוסיית הוותיקים. יותר ממחצית מהמשיבים הם בני 65–75 (56%), 21% מהנדגמים הם בני 76–80, ו-23% הנותרים בני 81 ומעלה. רובם המכריע מגדירים את עצמם ברמת בריאות ופעילות גבוהה (כ-80% מהמדגם). כ-16% בלבד הצהירו כי רמת בריאותם ופעילותם ממוצעת, ואילו רק כ-5% מהמדגם הצהירו כי אינם בריאים ופעילים או כי אינם בריאים ופעילים כלל (1.6% בלבד). במבחן ניתוח שונות חד-כיווני מסוג Anova ניתן לראות הבדלים מובהקים בין קבוצות הגיל ביחס למצב בריאות העונים. בהתאם למצופה, השונות מתפלגת כך שכלל שקבוצת הגיל מבוגרת יותר, כך בממוצע הנדגם בריא ופעיל פחות $[F(1,541)=14.210, p=0.000]$. באופן כללי, ניתן לקבוע כי המדגם משקף מצב בריאותי טוב למדי של המשיבים בין הגילים 65–80, וכי ממצא זה עולה בקנה אחד עם האפיון בספרות.

מרבית המשיבים הם בעלי תואר אקדמי (כ-59%): 31.1% בעלי תואר ראשון, ו-27.6% בעלי תואר שני ומעלה. המדגם מציג התפלגות שווה יחסית של קבוצות ההשכלה: ל-21.5% מהמשתתפים יש תעודה מקצועית אחרת, ול-19.7% יש

המשתמשת בשהות ביער כאמצעי להיטיב את בריאותן הפיזית והנפשית של קבוצות אוכלוסייה שונות (Yu and Hsieh, 2020).

תאוריית הפעלתנות בזקנה (The activity theory of aging) גורסת כי שמירה על פעילותו של אדם חיונית להשגת רמות גבוהות של סיפוק בחיים (Havighurst, 1963). אתרי הטבע מעודדים פעילות ומפגשים, הם מרגיעים ומהנים, ומשולבת בהם במקרים רבים אפשרות לפעילות ספורטיבית. מפגש עם הטבע ממלא תפקיד חיוני בשיפור רווחתם של מבקרים ותיקים (שובר, 2022; Bell et al., 2014), מאחר שלפעילויות האלה השפעה משמעותית על הרובד הגופני, הנפשי והחברתי, ועל איכות חייהם של הוותיקים (Wen et al., 2018).

מחקרים מצאו כי למבקרים ותיקים ישנם צרכים מיוחדים משלהם באתרי הטבע ובפארקים, וכי הם נובעים משיקולים פיזיים-בריאותיים, חברתיים ופסיכולוגיים (Sugiyama et al., 2009; de Oliveira Chuna et al., 2012; Levy-Storms et al., 2018). כדי שהאוכלוסייה הוותיקה תוכל ליהנות מאתרי הטבע בצורה המיטבית, חשוב שהרצונות והצרכים המדויקים שלה יוטמעו בתכנון (Wen et al., 2018). נושא זה הוא חלק מגישה רחבה יותר לתכנון חברתי, אוניברסלי, התומכת בכך שמוצרים וסביבות יתאימו לכלל הציבור, מבלי שיידרשו התאמות ושינויים מיוחדים (Story, 1998).

מערך המחקר

המחקר הנוכחי מתבסס על מחקר סקר (Survey research) העוסק בהעדפות קהל של בני 65+ ביערות קק"ל. שאלון המחקר נועד לבחון את מאפייניהם האישיים של המבקרים הוותיקים בחינוכי היער, את רמת החשיבות של היבטים שונים עבורם בעת הביקור בחינוך, ואת מידת ההסכמה של המשיבים עם מספר היגדים שיסייעו לאפיין את חוויית הביקור בחינוכי היער במטרה לשפר ולשדרג את התכנון, השירות והחווייה שמספקים חינוכי קק"ל.

שאלון המחקר נועד לבחון את מאפייניהם האישיים של מבקרי חינוכי היער מקרב המבקרים הוותיקים מבחינת גילם, מצב בריאותם, רמת השכלתם וכן תדירות הביקור שלהם בחינוכי היער השונים. השאלון בדק את רמת החשיבות של היבטים שונים עבור המבקרים בעת הביקור בחינוך, ואת מידת ההסכמה של המשיבים עם מספר היגדים שיסייעו לאפיין את חוויית הביקור בחינוכי היער עבור האוכלוסייה הוותיקה.

0.016), בהלימה למחקרים קודמים שנערכו בחינוכי יער של קק"ל (קולינס קריינר וכתר, 2021). ממצא זה מדגיש את חשיבות הניקיון והטיפול השוטף בחינוכי היערות מבחינת שביעות רצון המבקרים.

העדפות נוספות הדומות בחשיבותן לרמת הניקיון בחינוך, הן שילוט ומידע בחינוך עצמו (ממוצע 4.74, סטיית תקן 0.034), התשתיות בחינוך, כמו צל, כחים, שירותים וברזי מים (ממוצע 4.74, סטיית תקן 0.035) והימצאותם של שולחנות וספסלי פיקניק לרווחת המבקרים (ממוצע 4.68, סטיית תקן 0.038). לצד ממוצעי החשיבות הגבוהים של מרבית המרכיבים, ניתן לציין שני מרכיבים שזכו למידת דירוג נמוכה יותר: קיומו של מקום שאפשר לרכוש בו מזון או שתייה (ממוצע 3, סטיית תקן 0.074) וקבלת מידע מקדים באינטרנט על אודות תשתיות החינוך (ממוצע 3.6, סטיית תקן 0.078).

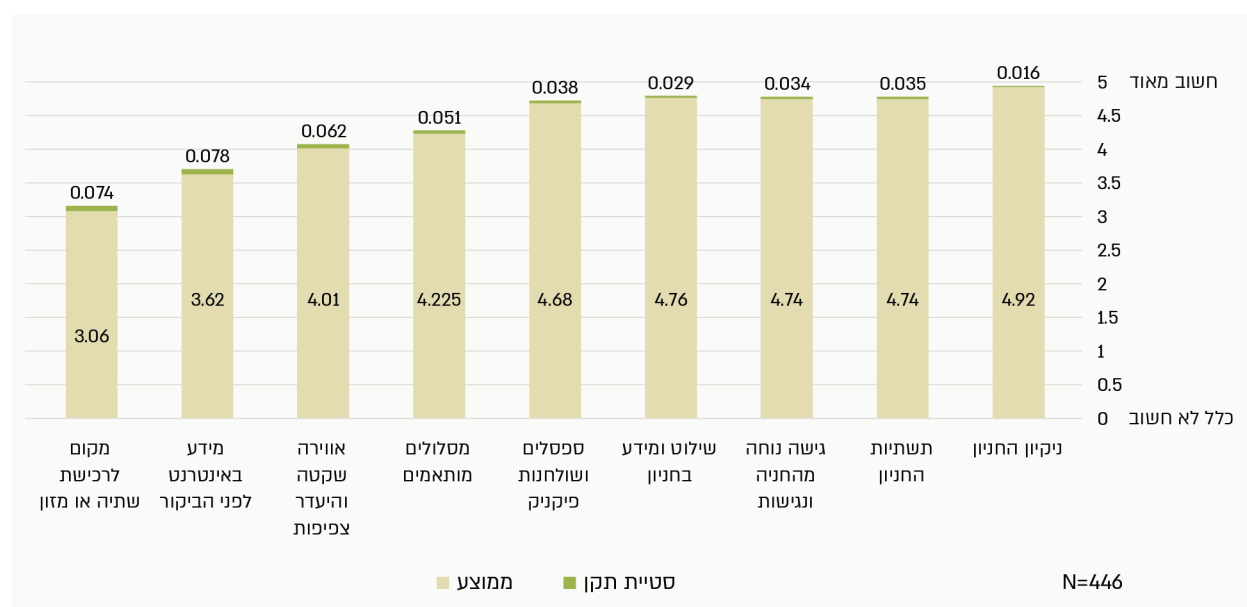
במבחן ניתוח שונות חד-כיווני ניתן לזהות הבדלים מובהקים על סמך קבוצות הגיל הנוגעים להעדפה לאווירה שקטה ולהיעדר צפיפות בחינוך [$F(4,441)=5.417, p<0.001$]: מתוך אוכלוסיית הוותיקים שהשתתפו במחקר, קבוצות גיל צעירות יותר רואות חשיבות גבוהה באווירה שקטה ובהיעדר צפיפות. זאת ועוד, נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצות הגיל הנוגעות להעדפת מידע מקדים באינטרנט לקראת הביקור בחינוך [$F(4,441)=21.373, p<0.001$]. על פי התפלגות המשיבים, ניתן לראות כי קבוצות גיל צעירות יותר

השכלה תיכונית. במבחן רגרסיה ליניארית לבדיקת הקשר בין רמת ההשכלה לבין תדירות הביקור בחינוכי יער לא נמצא מתאם מובהק ($p>0.005$). על כן, ניתן לטעון כי חינוכי היער פונים במידה דומה למבקרים ותיקים ממגוון חתכי השכלה, וכי חינוכי היער הם מרחב טבע נגיש ושוויוני לרווחת כולם.

ביחס לתדירות הביקור בחינוכי יער, כשני שלישים מהמשיבים (64.6%) מבקרים אחת לכמה חודשים, או פעם-פעמיים בשנה בחינוך יער של קק"ל. לעומתם, למעלה משליש מהמשיבים (36.4%) מבקרים בתדירות גבוהה בחינוכי היער של קק"ל, לפחות אחת לחודש. ניתן להבחין בין קבוצת המבקרים המזדמנים, לבין גרעין גדול ומשמעותי של "לקוחות יער חוזרים" בעלי מידת נאמנות גבוהה. בפילוח תדירות הביקור על בסיס רמת בריאות ורמת הכנסה עולה כי הקבוצה המבקרת באופן קבוע בחינוכי קק"ל (36.4% מהמדגם) מאופיינת ברמת בריאות גבוהה יחסית וכן ברמת השכלה גבוהה יחסית.

העדפות קהל בעת ביקור בחינוכי היער

המשתתפים במחקר התבקשו לדרג את רמת החשיבות של צרכים שונים כמבקרים בחינוכי היער. תשובות הנדגמים מעלות תמונה אחידה למדי. מרביתם תופסים את מרבית הגורמים כשווי ערך מבחינת רמת חשיבות וברמת חשיבות גבוהה יחסית (איור 1). עם זאת, גורם ההעדפה הדומיננטי ביותר שנמצא הוא ניקיון החינוך (ממוצע 4.92, סטיית תקן



איור 1

רמת חשיבותם של צרכים והעדפות של מבקרים מעל גיל 65 בעת ביקור בחינוכי יער

נוטות לתפוס את המידע המקדים באינטרנט כחשוב יותר מאשר קבוצות הגיל המבוגרות יותר. $p < 0.0001$ עם אחוז שונות מוסברת גבוה מאוד של 58%. מתאם מובהק זה מצביע על קשר הפוך, כך שביקור ביער עבור אוכלוסייה ותיקה שאינה בריאה ופעילה, הוא פעולה מורכבת ולא נוחה. כמו כן, במבחן ניתוח שונות חד-כיווני נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצות הגיל השונות לבין הסכמה עם היגד זה $[F(4,441)=6.215, p < 0.0001]$. הממצאים תואמים את העובדה כי המבקרים הוותיקים המזדמנים בחניוני היער הם לרוב במצב בריאותי וברמת פעילות נמוכים יותר מאשר מבקרים ותיקים קבועים. באופן טבעי יהיו אלה לרוב מבקרים מבוגרים יותר, שכן נרשמו הבדלים מובהקים בין קבוצות הגיל לבין רמת הבריאות המוצהרת. בבדיקת מתאם בין היות היער מקום שממלא את המבקר בו בתחושה נעימה ושלווה לבין תדירות הביקור התקבלה רגרסיה מובהקת $[F(3,442)=7.8430, p < 0.001]$ עם אחוז שונות מוסברת של 15%.

דיון ומסקנות

מחקר זה התמקד בהעדפות קהל המבקרים הוותיקים (+65) ביחס לפעילות פנאי בחניוני היער. מהמחקר עולה באופן גורף כי רמת הניקיון בחניון חשובה במידה רבה מאוד, וממצא זה עולה בקנה אחד עם מחקר קודם שנערך בחניוני קק"ל, ונמצא בו כי רמת הניקיון היא גורם החשיבות העיקרי בחניוני יער (קולינס-קריינר וכתר, 2021). העדפות נוספות שנמצאו חשובות במידה רבה הן תשתיות בחניון (כמו צל, פחים, שירותים וברזי מים), שולחנות וספסלי פיקניק, שילוט ומידע בחניון, גישה נוחה ונגישה מהחניה, ומסלולים מותאמים למבקרים ותיקים. במקביל, הממד של אווירה שקטה והיעדר צפיפות זכה למידת הסכמה בינונית.

ניתוח הממצאים חשף הבדלים משמעותיים בעיקר בין קבוצות הגיל השונות המרכיבות את אוכלוסיית המבקרים הוותיקים וכן בין מבקרים בעלי תדירות ביקור שונה. ביחס לגיל הנשאלים – קבוצות גיל צעירות יותר מייחסות חשיבות גוברת לאווירה שקטה ולהיעדר צפיפות בחניוני היער. קבוצה זו נוטה לתפוס גם את המידע המקדים באינטרנט לפני הביקור בחניון כחשוב יותר. מאידך גיסא, הניתוח מצא כי ככל שהמשיב מבוגר יותר, רמת הבריאות והפעילות שלו יורדת, ובהתאם לכך, משיבים מהאוכלוסייה המבוגרת יותר נוטים לחשוב כי הביקור ביער מורכב ולא נוח, ותופסים את המידע המקדים באינטרנט לפני הביקור בחניון כחשוב פחות. אם כן, היער הוא מקום מזמין, אבל בעיקר עבור מבקרים ותיקים בריאים ומקבוצת הגיל הצעירה (Young seniors).

הממצאים מדגישים את תדירות הביקור כרכיב משמעותי בזיהוי אופי מבקרי חניוני היער, ואת היכולת לאפיין צרכים

לצורך העמקה נוספת בממצאי המחקר נערכו מספר ניתוחי המשך. בבדיקת מתאם בין חשיבות האווירה השקטה והיעדר הצפיפות בחניון לתדירות הביקור, התקבלה רגרסיה מובהקת $[F(1,541)=14.210, p < 0.001]$ עם אחוז שונות מוסברת של 15.9%. הממצא מעיד על קשר הפוך בין תדירות הביקור לבין דירוג גבוה של חשיבות האווירה השקטה והיעדר הצפיפות, כך שאלה המבקרים פחות, ייטו לדרג את חשיבות השקט והיעדר הצפיפות כמרכיב משמעותי יותר בעת ביקורם בחניון.

תדירות הביקור נמצאה קשורה גם לדירוג החשיבות לקיומו של מקום שניתן לרכוש בו מזון או משקה. בבדיקת המתאם התקבלה רגרסיה מובהקת $[F(3,442)=9.385, p < 0.001]$ עם אחוז שונות מוסברת של 24.5%. הממצא מעיד על קשר הפוך בין תדירות הביקור לבין דירוג החשיבות למקום שמוכר מזון או משקה (דוגמת עגלת קפה או משאית אוכל), כלומר מבקרים שאינם מגיעים ליער באופן תדיר (אלא רק פעם בכמה חודשים או פעם-פעמיים בשנה) מדרגים את הימצאות דוכן מזון ושתייה כחשובה יותר מאשר אלה המבקרים באופן קבוע (אחת לחודש או יותר). ממצא דומה התקבל בבחינת המתאם בין חשיבות קבלת מידע מקדים לביקור בחניון עם תדירות הביקור $[F(1,541)=14.210, p < 0.001]$ עם אחוז שונות מוסברת של 34.4%. הממצא מעיד כי ככל שנוטים לבקר יותר בחניוני היער, כך החשיבות לקבלת מידע מקדים באינטרנט על אודות החניון נמוכה יותר. ניתן להניח כי ההבדלים נובעים מפערי מיומנות, מהרגלים ומציפיות שונות מהביקור. הממצאים מצביעים על תדירות הביקור כרכיב משמעותי בהבנת דפוסי השימוש והציפיות מהביקור ביער.

חווית הביקור בחניוני היער

המשיבים התבקשו לדרג מספר היגדים ביחס לחווית הביקור ביער. ההיגד: "ביקור ביער ממלא אותי בשלווה ובתחושה נעימה" זכה להסכמה הרחבה ביותר, עם ממוצע גבוה של 4.4 (סטיית תקן 0.825). ממצא זה עולה בקנה אחד עם התפיסה בספרות המחקרית לגבי אפקט הריפוי של שהות ביער והשפעתו המיטיבה על בריאות גופנית ונפשית. אחוזי הסכמה גבוהים נרשמו גם עם הקביעה כי היער הוא מקום מועדף לבילוי עם משפחה או חברים (ממוצע 4.08, סטיית תקן 0.825) – עדות לעבודה הטובה שנערכת בקק"ל ביחס לפיתוח ולתחזוקה של חניוני היער.

בבדיקת מתאם בין רמת הבריאות לבין המענה על ההיגד "למרבית המבקרים בגיל המבוגר הביקור ביער מורכב ולא נוח" התקבלה רגרסיה מובהקת $[F(3,442)=11.08, p < 0.001]$

לכולם. למשל, גם אם יש ספסל נמוך להדרכת כיתה, טוב יהיה לשלב פינת ישיבה שתתאים גם עבור המבקרים הוותיקים, או במקרים אחרים – לתת אפשרות לעבור בשביל הצף לצד אפשרות לא לעבור בו, לספק אפשרות לבחור בין מסלול ארוך למסלול קצר וכדומה. מגוון זה משתלב עם עקרון העיצוב האוניברסלי (Universal Design), השואף לעמוד בצרכים של מגוון רחב של אנשים, כולל אנשים עם מוגבלות פיזית, מבקרים ותיקים, ילדים ונשים בהיריון, המבקרים בסביבה לא מוכרת (Story, 1998).

המסקנה היא שכדאי להתייחס לקהל הוותיקים כסוג משתמשים חשוב בעת תכנון, פיתוח, ניהול ושיווק של חניוני יער. היער הוא מרחב ציבורי המיועד לכלל הציבור, ועליו לאפשר שימוש ונגישות לכל אדם, לרבות מבקרים ותיקים. בין היתר, ניתן לשתף נציגים מקבוצת גיל זאת בתכנון במטרה לקבל את זווית הראייה הייחודית להם ולאפשר הבנת עומק של צרכיהם. דגשים תכנוניים עבור קהל זה כוללים בטיחות, נגישות, תחזוקה, שילוט ייעודי, שבילי הליכה ומרחבים מוגנים והיצע של ספסלים עם משענת ומאחזי יד (איור 3).

מסקנה נוספת היא כי מומלץ לקדם תוכניות פעילות והעשרה בחניוני יערות קק"ל עבור מבקרים ותיקים, בהתבסס על התועלת הרבה של הביקור ביער לבריאות הנפשית והגופנית, והשיעור הגבוה של מבקרים ותיקים שהביקור ביער ממלא אותם בתחושה נעימה. התוכניות האלה יכולות לכלול פעילות גופנית של הליכה בטבע ושימוש ביער כחדר כושר ירוק (Green gym); פעילויות לחקר ולגילוי ביער, שממריצות חשיבה ופעילות קוגניטיבית; פעילויות חברתיות שהיער מהווה בהן מרחב שהמבקרים

שונים בהתאם לתדירות הביקור של המשתמשים. תדירות ביקור נמוכה נמצאה קשורה קשר מובהק למספר היבטים משמעותיים: מבקרים מזדמנים נוטים לתפוס את חשיבות השקט והיעדר הצפיפות כרכיב משמעותי בעת ביקורם בחניון היער. הם גם נוטים להעריך יותר מידע מקדים על אודות החניון וכן הימצאות של אפשרות לצרוך מזון ושתייה. מן הממצאים עולה שמבקרים ותיקים מזדמנים מעוניינים בחווית ביקור מתוכננת יותר, שקטה יותר, וכן נתמכת יותר עם אפשרות לצריכת מזון ושתייה בחניון היער עצמו.

בהסתמך על הממצאים ניתן לסכם ולהצביע על שני דפוסי שימוש (איור 2): מחד גיסא, המבקר הקבוע, שמגיע לחניוני היער לפחות אחת לחודש. מבקר זה מכיר את החניונים ואינו זקוק למידע מקדים באינטרנט, והוא חש בנוח עם ההיצע הקיים ביער, עם מידה מסוימת של רעש וצפיפות, ועם היעדר שירותי מזון והסעדה. היער מהווה עבורו מקום בילוי מועדף ומקור לתחושת שלווה. מנגד, המבקר המזדמן זקוק ליותר מידע, לאווירה שקטה ולשירותי מזון והסעדה משלימים.

בהתאמה לתאוריית הפעלתנות בזקנה (The activity theory of aging) הגורסת כי שמירה על פעילותו של אדם חיונית כדי להשיג רמות גבוהות של סיפוק בחיים (Havighurst, 1963) אנו מניחים כי לחניוני יערות קק"ל חשיבות רבה עבור אוכלוסיית הוותיקים, שכן הם מהווים מקום למפגש עם הטבע ולבילוי חברתי, ותורמים לבריאות הגופנית והנפשית של המבקרים.

מסקנה נוספת היא שהיכולות הפיזיות השונות של קהלי היעד השונים הפוקדים את האתר מצריכות תכנון שמתאים



איור 3

ספסל עם משענת ומאחזי יד המותאם למבקרים ותיקים
שמורת הטבע Anna Ruby Falls בארה"ב, 2023. צילום: ערן כתר

מבקרים קבועים	מבקרים מזדמנים
בריאים ופעילים	פחות בריאים ופעילים
אינם זקוקים למידע מקדים	מעדיפים מידע מקדים על החניון
אינם זקוקים לאפשרות רכישת מזון ושתייה	מעדיפים אפשרות רכישת מזון ושתייה
מקום בילוי מועדף למשפחה ולחברים, היער כמקור לתחושה שלווה ונעימה, חשיבות פחותה לאווירה שקטה ולהיעדר צפיפות	דגש על אווירה שקטה והיעדר צפיפות בעת הבילוי בחניון היער

איור 2

טיפוסי מבקרים בחניוני יער בהתאם לתדירות הביקור

שילוט ומידע ועוד. ראיונות עומק עם ותיקים יספקו אף הם תובנות על האופן שהם חווים את הביקור בחינוכי היערות, ויעזרו למנהלים ביצירת תכנון מיטבי שיענה על צורכי פלח מבקרים חשוב זה.

כמו כן, אנו מציעים לערוך פיילוט להטמעת תשתיות ייעודיות הנותנות מענה לאוכלוסייה זו שיאפשר בדיקה נוספת של חוויית הביקור. התשתיות המוצעות להטמעה הן ספסלי ישיבה עם משענת וידיות (בניגוד לקיים בשולחנות הפיקניק המסורתיים), שבילי הליכה ושילוט מכווין הנותן מענה לצורכי המידע של מבקרים ותיקים. במקביל להיבטים החיוביים של הביקור ביער, 39% מהמשיבים ציינו כי היער הוא מקום מורכב ולא נוח לביקור עבור מבקרים ותיקים. בניית התשתיות האלה היא כלי של תכנון מכליל (Inclusive), וכדאי לבדוק אם היא אכן תיתן מענה עבור מבקרים מקבוצת הגיל המבוגרת יותר (מעל גיל 75) ועבור מבקרים עם מגבלה בריאותית.

המחקר הוזמן על ידי מחלקת יער וקהילה במחוז צפון, אך מסקנותיו תקפות בהחלט לחינוכי יערות קק"ל ככלל. אנו מקווים כי המחקר יסייע לשפר את חוויית השימוש עבור מבקרים ותיקים בחינוכי היער של קק"ל, ואת הבריאות הגופנית והנפשית של אוכלוסיית הוותיקים בישראל.

תודות

ברצוננו להודות לשמעונה סבג-דרעי, מנהלת מחלקת יער וקהילה במרחב צפון, שראתה לנגד עיניה את נחיצות המחקר בנושא צורכי האוכלוסייה המבוגרת ביערות קק"ל, וקידמה אותו בכל דרך אפשרית, ולשלי בן ישי, מנהל מרחב צפון של קק"ל, שאפשר את קיומו. כמו כן, המחקר נערך בפועל תודות לעשרות מתנדבים, מורי דרך ועובדי קק"ל, ששיתפו פעולה וסייעו בהעברת השאלונים. תודה לכולם.

הוותיקים יכולים לפתח בו קשרי ידידות עם מבקרים ותיקים אחרים; פעילויות מודרכות ליצירת חיבור רגשי לטבע, קשיבות מודרכת (Mindfulness) או פעילויות יצירה לטבע, שמסייעות להפיק את מרב התועלת הרגשית מהביקור ביער.

תוכניות כאלה נוסו במספר מקומות בעולם כחלק מפעילות Forest therapy לשיפור השלומות של אוכלוסיית הוותיקים, וזכו להצלחה רבה. חשוב להגביר את המודעות של גורמי בריאות וקופות חולים לתועלת הרגשית והגופנית שביקור ביער טומן בחובו עבור מבקרים ותיקים, ולקדם פתרון של Park prescription – המלצה מטעם רופא משפחה / גרונטולוג לביקור ביער כדרך לעודד אורח חיים פעיל ושהייה בטבע בקרב מבקרים ותיקים. ממחקרים בתחום עולה כי שהות של מבקרים ותיקים בטבע יכולה לשפר את התפקוד הגופני, את מערכת הלב-ריאה ואת פעילות המערכת ההורמונלית, לחזק את מערכת החיסון, להפחית מתח וחרדה ולשפר את איכות השינה.

מגבלות המחקר ומחקרי המשך

בשל מלחמת חרבות ברזל הדגימה נערכה באופן מקוון או בריכוזי אוכלוסייה מבוגרת שאינה מצויה בחינוכי היער, ולפיכך לא ניתן לערוך השוואה בין המצוי לרצוי, כפי שתוכנן. היות שכן, אנו ממליצים כי עם חזרת המצב לקדמותו בצפון, ולאחר חזרת האוכלוסייה ליישובים והמבקרים ליערות קק"ל, ייערך המחקר בחינוכים עצמם כפי שתוכנן.

ניתן להציע מספר כיוונים למחקרי המשך ולמחקרים עתידיים. אנו רואים חשיבות גדולה לעריכת קבוצות מיקוד עם בני 65+ לגבי תכנון חינוכי יער, בחינה של צרכים ורצונות, וקבלת משוב ביחס לפתרונות תכנוניים אפשריים למבקרים הוותיקים: צורכי המידע לפני הביקור, שולחנות וספסלי ישיבה, פתרונות הנגשה, מסלולי הליכה מותאמים, דגמי

מקורות

- Ali MJ, Rahaman M, and Hossain SI. 2022. Urban green spaces for elderly human health: A planning model for healthy city living. *Land Use Policy*, 114, 105970.
- Bell SL, Phoenix C, Lovell R, and Wheeler BW. 2014. Green space, health, and wellbeing: Making space for individual agency. *Health and Place*, 30, 287–292.

- חליחל א. 2019. אוכלוסיית ישראל 2019 והזדקנות האוכלוסייה. **כנס סיכום השנה הכלכלית**. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. <https://www.cbs.gov.il/he/DocLib/presentations/cenes31-1.pdf>
- קוליס קריינר נ וכתר ע. 2021. העדפות קק"ל בחינוכי יער. **יער**, 21, 15–23.
- שובר מ. 2022. **אזרחים ותיקים באתרי טבע: שימוש בחליפות סימולציה לזקנה ככלי תומך לתכנון** (עבודת תזה לתואר שני). חיפה: אוניברסיטת חיפה.

- Onose DA, Iojă IC, Niță MR, Vănuș GO, and Popa AM. 2020. Too old for recreation? How friendly are urban parks for elderly people? *Sustainability*, 12(3), 790.
- Patterson IR. 2006. *Growing Older: Tourism and Leisure Behaviour of Older Adults*. Cabi.
- Patterson I and Balderas A. 2018. Continuing and emerging trends of senior tourism: A review of the literature. *Journal of Population Ageing*, 13, 385–399.
- Rodiek S. 2002. Influence of an outdoor garden on mood and stress in older persons. *Journal of Therapeutic Horticulture*, 13(1), 13–21.
- Story MF 1998. Maximizing usability: The principles of universal design. *Assistive Technology*, 10(1), 4–12.
- Sugiyama T, Thompson CW, and Alves S. 2009. Associations between neighborhood open space attributes and quality of life for older people in Britain. *Environment and Behavior*, 41(1), 3–21.
- United Nations. 2019. World population ageing. New York: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs.
- Vecellio DJ, Bardenhagen EK, Lerman B, and Brown RD. 2021. The role of outdoor microclimatic features at long-term care facilities in advancing the health of its residents: An integrative review and future strategies. *Environmental Research*, 201, 111583.
- Wen C, Albert C, and Von Haaren C. 2018. The elderly in green spaces: Exploring requirements and preferences concerning nature-based recreation. *Sustainable Cities and Society*, 38, 582–593.
- Yu CPS and Hsieh H. 2020. Beyond restorative benefits: Evaluating the effect of forest therapy on creativity. *Urban Forestry and Urban Greening*, 51, 126670.
- Coughlin JF. 2017. *The Longevity Economy: Unlocking the World's Fastest-growing, Most Misunderstood Market*. Public Affairs.
- De Oliveira-Cunha MVP, Costa, ADL, and da Costa Ireland M. 2012. Ergonomic aspects to be considered in planning public spaces destined for elderly people. *Work*, 41(Supplement 1), 3827–3833.
- Fleischer A and Pizam A. 2002. Tourism constraints among Israeli seniors. *Annals of Tourism Research*, 29(1), 106–123.
- German Federal Statistical Office. 2015. https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEMonografie_derivate_00001523/5124206159004.pdf.
- Havighurst RJ. 1963. Successful aging. *Processes of aging: Social and psychological perspectives*, 1, 299–320.
- Japanese National Institute of Population and Social Security Research. 2017. http://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/e/zenkoku_e2017/pp29_summary.pdf
- Levy-Storms L, Chen L, and Loukaitou-Sideris A. 2018. Older adults' needs and preferences for open space and physical activity in and near parks: A systematic review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 26(4), 682–696.
- Meiners NH, Schwarting U, and Seeberger B. 2010. The renaissance of Word-of-Mouth marketing: A 'new' standard in twenty-first century marketing management?! *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, 3(2), 79.
- Möller C, Weiermair K, and Wintersberger EVA. 2007. The changing travel behaviour of Austria's ageing population and its impact on tourism. *Tourism Review*, 62(3–4), 15–20.



פסטיבל דרום אדום ביער באר
צילום: בוני שיינמן, באדיבות ארכיון הצילומים של קק"ל



חקר יזמויות בשטחי הייעור של קק"ל באמצעות יעדי פיתוח בר-קיימא

נוגה לכמן-ברק¹ | יעל רם² | נגה קולינס-קריינר^{1*}

- 1 בית הספר למדעי הסביבה, אוניברסיטת חיפה
 - 2 החוג ללימודי תיירות, המכללה האקדמית אשקלון
- * nogack@geo.haifa.ac.il

תקציר

מרבץ מהם מיושמים בכל עשרת האתרים. המחקר מציג המלצות להמשך, ומדגיש את הטיפול העתידי בממדים החברתיים והסביבתיים.

מחקר זה מציג כלי יישומי לבחינת יזמויות ביערות קק"ל, המבוסס על יעדי פיתוח בר-קיימא של האו"ם. בבדיקה של 10 תוצרי יזמויות באזורים שונים בארץ, נמצא כי כלי המדידה שפותח מאפשר להבחין בין היזמויות השונות, ובוחן את טיפולן בממדים אישיים, החברתיים, הסביבתיים והגלובליים. מהממצאים עולה כי תוצרי יזמות שנמצאים תחת שליטת קק"ל מבחינת שטח, הון ואנשים, ממלאים בצורה טובה יחסית את כל היעדים. עם זאת, עדיין קיים פער גדול במידת יישום יעדי הפיתוח בר-הקיימא, ורק פחות

מילות מפתח

יזמות, מדדים, פעילות פנאי, תיירות בת-קיימא

מבוא

תזונתי, וזאת נוסף על ההיבט הכלכלי שהם ממלאים (Hazarika and Jandl, 2019). כמו כן, שטחי הייעור ברחבי העולם מושכים אליהם מבקרים המחפשים בילוי בשטחים הפתוחים. בתיירות המבוססת על שטחי ייעור, המשאב העיקרי הוא היערות עצמם, שמתרחשות בהם פעילויות פנאי ובילוי מגוונות (Konu, 2015). מתוך כך, עולה כי יש חשיבות לאופן הניהול של שטחי הייעור, ובייחוד של אלה המשמשים לפעילות פנאי ותיירות (Matilainen and Lähdesmäki, 2014).

ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם, ומרבית תושביה מנהלים אורח חיים עירוני; לכן הולך וגובר הצורך של התושבים בפעילויות ובבילוי בשטחים פתוחים. מחקרים עכשוויים מצביעים על היתרונות של הימצאות בטבע בכלל, ובפרט בשטחי ייעור, להפחתת רגשות שליליים הקשורים למאפיינים עירוניים, וגם, כמקומות המחזקים רגשות חיוביים הקשורים להפגת מתח (קפלן מינץ ואח', 2021). אי לכך, גם המגמה ביערות הנוטעים בישראל השתנתה, ושטחי העצים שבעבר נתפסו בעיקר כמבטאים משנה אידאולוגית ופוליטית, החלו להיות מזוהים יותר כמרחבים של פנאי ונופש עבור הציבור, בד בבד עם מגמות של שימור (Cohen-Hattab et al., 2018).

הכפילות התפקודית של קק"ל, שגם משמרת את שטחי היער בישראל וגם מפתחת אותם, דורשת איזון בין ערכים וצרכים שונים, ובהם 'ערכי היער', חוויית המבקרים והתכנון הסטטוטורי שמהווה את הבסיס החוקי לקידום ההגנה על היער (טל ונוי, 2021). לכן, פרויקטים שנועדו לקליטת קהל ביערות קק"ל, מתייחסים הן לצורכי המבקרים הרבים הן לשמירה על הסביבה (קולינס-קריינר וכתר, 2021; לכמן ברק, 2024).

המושג 'תיירות בת-קיימא' נטבע על ידי ארגון התיירות העולמי של האו"ם בשנת 2005, ופירושו "תיירות שמתחשבת באופן מלא בהשפעותיה הכלכליות, החברתיות והסביבתיות בהווה ובעתיד, וכן עונה על צורכיהם של המבקרים, התעשייה, הסביבה והקהילות המקומיות" (UNEP and UNWTO, 2005). בהקשר זה, ניהול קליטת קהל ביערות באופן שמתחשב באדם ובסביבה, נופל תחת המטרייה של תיירות בת-קיימא. כיוון שיעדי פיתוח בר-קיימא נמצאו מתאימים לקידום תיירות בת-קיימא, הן בהקשרים סביבתיים (Hall, 2019) הן בהקשרים חברתיים (Boluk et al., 2019), במחקר זה נבחנה התאמתם גם בניהול תוצרי יזמות שונים ביערות קק"ל ברחבי הארץ.

מטרת המחקר ושאלות המחקר

מטרת המחקר היא לבחון כיצד יעדי פיתוח בר-קיימא יכולים לשמש 'מצפן' ומסגרת מתודולוגית עבור פיתוח תיירות בת-קיימא ביערות קק"ל. כפועל יוצא ממטרה זו נוסחו שתי שאלות מחקר:

יעדי פיתוח בר-קיימא (United Nations, 2017) הם כללים אוניברסליים, שנוסחו על ידי האו"ם ונועדו לקדם ערכי קיימות ולפתור סוגיות חברתיות, כלכליות וסביבתיות. היעדים הללו מהווים תוכנית ומסגרת פעולה מקיפה עבור גופים רבים, כולל ארגונים ממשלתיים ולא ממשלתיים, חברות עסקיות, ארגוני חברה אזרחית וארגוני מחקר ופיתוח (Khaled et al., 2021).

לשטחי הייעור ישנה חשיבות רבה בהשגת יעדי פיתוח בר-קיימא, מאחר שהם מספקים מגוון רחב של סחורות ושירותים חשובים לרווחת האדם וליציבות המערכות האקולוגיות (Katila, 2020). התפתחותו של ענף התיירות בשטחי ייעור האיצה שינוי בתפקודם של יערות גם לשימושים תיירותיים (Cohen Hattab et al., 2018). מכאן, קולינס-קריינר וכתר (2021) מדגישים את הצורך באיזון בין שמירה על משאבי הטבע שביערות ופיתוח תשתיות תיירות.

במחקר זה הגדרנו 'יזמות' כהתקשרות שמעורבים בה משאבים של הון, קרקע ואנשים, של קק"ל לבדה או עם צד נוסף, ובחנו כיצד יעדי פיתוח בר-קיימא באים לידי ביטוי ביזמויות ביערות קק"ל. כדי לבדוק זאת פותח כלי הכולל 47 מדדים ישימים הבוחנים מיזמים קיימים ומיזמים עתידיים. כלי זה יוכל לשמש גם גופים וגורמים אחרים בענף התיירות, שיהיו מעוניינים לאמץ את יעדי הפיתוח בר-הקיימא כמערכת כללים ישימה.

רקע

יעדי פיתוח בר-קיימא

בשנת 2015 אימצו מדינות העולם את 'אג'נדה 2030 לפיתוח בר-קיימא' של האו"ם. האג'נדה כוללת תוכנית פעולה המורכבת מ-17 יעדים, שהמדינות החברות באו"ם נדרשות להטמיע עד שנת 2030 (United Nations, 2017). עבור כל אחד מ-17 היעדים מפורטים מטרת ומדדים: 169 מטרת ו-232 מדדים, המחולקים לחמישה נושאי-על – אנשים (People), סביבה (Planet), גשוג (Prosperity), שלום וביטחון (Peace) ושותפות (Partnership). היעדים תורגמו לעברית על ידי קהילת SDG Israel – הצוות הישראלי ליישום היעדים והמטרות, ויישומם הוטל בשנת 2019 על שני משרדי ממשלה: המשרד להגנת הסביבה ומשרד החוץ. בטבלה 1 מפורטים היעדים, המטרות והמדדים שהוגדרו, ומשויכים לחמשת נושאי-העל.

שטחי ייעור ופיתוח תיירות בת-קיימא

שטחי הייעור ברחבי העולם מהווים חלק משמעותי מהשמירה על האדמה, המים והאקלים ומהדאגה לביטחון

טבלה 1

יעדי פיתוח בר-קיימא, מטרות, מדדים ונושאי-על
מעובד מתוך Yamaguci et al., 2023.

מספר יעד	שם היעד	מספר המטרות שהוגדרו ליעד	מספר המדדים שהוגדרו ליעד	שייכות לפי חמשת נושאי-העל
1	מיגור העוני	7	13	אנשים
2	מיגור הרעב	8	13	אנשים
3	בריאות טובה	13	28	אנשים
4	חינוך איכותי	10	12	אנשים
5	שוויון מגדרי	9	14	אנשים
6	מים נקיים ותברואה	8	11	אנשים, סביבה
7	אנרגיה נקייה בת-השגה	5	6	שגשוג, סביבה
8	עבודה מהוגנת וצמיחה כלכלית	12	16	שגשוג
9	תעשייה, חדשנות ותשתיות	8	12	שגשוג, אנשים
10	צמצום האי-שוויון	10	14	שגשוג
11	ערים וקהילות מקיימות	10	15	שגשוג
12	צריכה וייצור אחראיים	11	13	סביבה
13	אפחות שינוי האקלים והשלכותיו	5	8	סביבה
14	חיים מתחת למים	10	10	סביבה
15	חיים על פני האדמה	12	14	סביבה
16	שלום, צדק ומוסדות חזקים	12	22	שלום וביטחון
17	שותפות להשגת היעדים	19	25	שותפות
סך הכול		169	232	

והמטרות שנגזרות מהן, צומצמו ל-14 יעדים הרלוונטיים להקשר הישראלי וליערות קק"ל. בשלב השני נבחנו לעומק 144 המטרות המקושרות ל-14 היעדים שנבחרו, ואותרו מתוכם 32 מטרות רלוונטיות לאתרי קק"ל. בשלב השלישי נדלו 47 מדדים ישימים הקשורים למטרות הללו, והוכללו בכלי המדידה. בשלב הרביעי נבחנו המדדים הישימים בשלושה תוצרי יזמות כפיילוט (אגמון החולה, פארק הירדן ופארק המעינות). בשלב החמישי נוסח הכלי באופן סופי, בהתאם לממצאי הפיילוט. במטרה לייעל את העברת השאלון מוינו המדדים הישימים לארבעה מדדים – ממד אישי, ממד חינוכי-חברתי, ממד סביבתי וממד גלובלי. כלי המחקר שפותח בחמשת השלבים מפורט בטבלה 2.

1. האם וכיצד באים לידי ביטוי יעדי פיתוח בר-קיימא של האו"ם בתוצרי יזמויות קק"ל הפועלים כיום?
2. כיצד ניתן להבטיח פיתוח בר-קיימא של יזמויות עתידיות ביערות קק"ל בהתאם ליעדי הפיתוח של האו"ם?

שיטות המחקר

פיתוח כלי המחקר

כלי המחקר פותח בחמישה שלבים עוקבים, שיפורטו כאן בקצרה. ראשית, 17 יעדי הפיתוח בר-הקיימא של האו"ם

טבלה 2

כלי המחקר: 47 מדדים ישימים המצביעים על פיתוח בר-קיימא ביזמויות קק"ל

47 המדדים מצוינים במספרים. סעיף המדד בתוך יעדי הפיתוח (SDGs) מצוין באותיות. לפירוט יעדי הפיתוח ראו טבלה 1.

מס' מדד	מדדים ישימים	יעד פיתוח בר-קיימא	דרך מדידה ביזמויות קק"ל		
			תצפיות	ראיונות עם בעלי תפקידים	חיפוש באינטרנט
ממד אישי					
1	א. פעילות להפחתת שימוש באלכוהול		X	X	
2	ב. איסור שימוש באלכוהול מתחת לגיל 15 ואכיפת האיסור		X	X	
3	ד. הפחתת שימוש בטבק במיזם		X	X	
4	ה. איסור עישון על בני פחות מ-15 ואכיפתו		X	X	
5	ב. מדדי שירותים נקיים (אפס מזהמים)		X		
6	ג. אפס נייר טואלט וצרכים בטבע		X		
7	ד. כוירים תקינים לשטיפת ידיים + סבון		X		
8	ה. מבני שירותים נאותים לנשים (כמות ואיכות)		X		
9	ו. מבני שירותים נאותים לבעלי צרכים מיוחדים (כמות ואיכות)		X		
10	ז. גישה נוחה ובטוחה לשירותי נשים		X		
11	ה. תדירות של פציעות תעסוקתיות קטלניות ולא קטלניות לפי מין ומגזר חברתי		X		
12	א. שיעור באחוזים של מבקרים או עובדים שדיווחו שחשו מופלים או שהוטרוו במהלך 12 החודשים האחרונים, על בסיס אפליה אסורה על פי חוק הזכויות הבין-לאומי		X		
ממד חינוכי-חברתי					
13	א. מדדי שוויון הבודקים נגישות שווה למיזם קק"ל למוסדות חינוך מכל הזרמים ומכל הקבוצות בחברה		X	X	
14	ג. באיזו מידה חינוך לפיתוח בר-קיימא, לרבות שוויון מגדרי וזכויות אדם, מיושמים בתוכניות החינוך המלוות את מיזם קק"ל		X		
15	א. אכיפה וקידום של מדיניות לשוויון מגדרי בקרב המבקרים במיזם קק"ל		X		
16	ב. שיעור הנשים שנחשפו לאלומות במהלך 12 החודשים האחרונים בשטח מיזם קק"ל		X		
17	ג. יצירת מרחבים בטוחים לנשים (שירותים מוארים, פקחים, מניעת הצעות) ועוד		X	X	
18	ד. שיעור הנשים בתפקידי ניהול במיזם קק"ל		X		
19	א. שכר לשעה לנשים וגברים, לפי משלח יד, גיל, קיום/היעדר מוגבלות במיזם קק"ל (השאיפה לשכר שווה)		X		
20	ב. אחוז המועסקים במיזם קק"ל לפי גיל, מין וקיום/היעדר מוגבלות (השאיפה לשוויון הזדמנויות)		X		
21	ג. הדרכת בני נוער במיזם קק"ל (אחוז מכלל ההדרכות)		X		
22	ד. דגש על הדרכת בני נוער בסיכון (אחוז מכלל הדרכות בני הנוער)		X		
23	ו. שיעור המקומיים (=ישובים סמוכים) המועסקים במיזם מסך כל המועסקים במיזם הספציפי		X		
24	ז. קידום העסקת נוער במיזם		X	X	
25	ח. שיעור הנוער העובד במיזם מסך כל המועסקים		X	X	

מס' מדד	מדדים ישימים	יעד פיתוח בר-קיימא	דרך מדידה ביזמויות קק"ל		
			תצפיות	ראיונות עם בעלי תפקידים	חיפוש באינטרנט
26	א. מספר אירועי האלימות במיזם (בשאיפה אפס)			X	
ממד סביבתי					
27	ג. ניטור רעלים בקרקע ובאוויר			X	
28	א. ניטור מים נקיים בכל מקורות המים לשתייה במיזם		X	X	
29	ח. טיפול במי שפכים/ביוב במיזם קק"ל			X	
30	ט. ניטור מקורות המים (זורמים ועומדים) במיזם קק"ל (היכן שיש)			X	
31	י. שינוי (שיפור) לאורך זמן בהיקף המערכות האקולוגיות הקשורות למים (שיפור באיכות, עלייה בשטח)			X	
32	יא. קיים/לא קיים שת"פ של מיזם קק"ל עם היחידות המנהליות המנהלות את משק המים			X	
33	א. ייצור אנרגיה מתחדשת במיזם קק"ל בשאיפה להגיע ל-100% ייצור עצמי (ייצור=צריכה)			X	
34	א. קיים/לא קיים שירות תחבורה ציבורית נגישה למיזם		X	X	X
35	א. מדדי איבוד מזון – פעילות לעידוד אפס זריקת מזון ובזבז אוכל		X	X	
36	ב. איסור שימוש בכלים חד-פעמיים במיזם			X	
37	ג. שיעור המחזור במיזם			X	
38	ד. טונות של חומר ממוחזר			X	
39	א. יחס השטח במיזם בין שטחי תשתיות לשטחי יער/טבע		X		
40	ב. מתוך השטח הכללי של המיזם – שיעור השטח החשוב למגוון הביולוגי היבשתי			X	
41	ג. ניהול לפי עקרונות ניהול יער בר-קיימא			X	
42	ד. יש/אין מדיניות למניעת מינים פולשים זרים למיזם קק"ל			X	
43	א. מספר מקרי המוות, הנעדרים והנפגעים במיזם בשל: א. שרפות; ב. שיטפונות; ג. מכות קור/חום; ד. פגעי מזג האוויר			X	X
ממד גלובלי					
44	ב. באיזו מידה החינוך לאזרחות גלובלית מיושם בתוכניות החינוך המלוות את מיזם קק"ל			X	
45	א. שיעור ההוצאה באחוזים (מתוך סך כל ההוצאה על המיזם) שהוקצה לחיזוק מורשת ותרבות מקומית או עולמית			X	
46	ה. תוכנית חינוך במיזם הכוללת: א. חינוך לאזרחות גלובלית; ב. חינוך לפיתוח בר-קיימא (כולל חינוך בנושא שינוי האקלים)		X	X	
47	א. הקצאת תקציב במיזם לפורומים משותפים של המגזר הציבורי והפרטי והחברה האזרחית			X	

מומשו בצורה שולית (אדומים). אם מפחיתים את אתר יער בן שמן, שנבחר כאתר בקרה ללא יזמות (למרות קיום טיילות ופיתוח), עולה מעט שיעור היישום המלא לכדי 23.9% (101/423), והיישום החלקי עולה מעט גם הוא לכדי 38.3% (162/423). לעומת זאת, שיעור חוסר היישום יורד מעט ל-37.8% (160/423).

הממד שיושם באופן מיטבי הוא הממד האישי, עם 35% אחוזי יישום מלאים (38.9% אחוזי יישום מלאים ללא אתר בן שמן). לעומתו, הממד הגלובלי יושם בצורה חלשה עם 20% בלבד של יישום מלא (22.2% בניכוי אתר בן שמן). הממד הסביבתי הוא החלש ביותר מבין כל המדדים (17.6% אחוזי יישום מלא). הממד החברתי זוכה ליישום מעט יותר גבוה מזה של הממד הסביבתי בכלל המדגם (22.9%). אם מנכים את אתר בן שמן, הפער בין שני המדדים גדל, לטובת הממד החברתי (25.4% לעומת 17.6%). אם מוסיפים לניתוח גם יישומים חלקיים (צהובים), הממד הסביבתי עוקף את הממד הגלובלי, שכן רק 41% מיעדיו אינם מטופלים כלל לעומת קרוב ל-50% של הממד הגלובלי.

במקרים שקק"ל מעורבת בשלושת היבטי היזמות – הון, קרקע ואנשים – ניכר כי מדדי הפיתוח מתקיימים באופן משמעותי יותר, ואחוזי היישום המלא הם 75% בממד האישי, בממד הסביבתי 27.5%, ובממד החברתי 31%. לעומת זאת, כאשר היזמות נעשית בידי זכיינים פרטיים, ניכרת פגיעה משמעותית במדדי הסביבה (3.9% יישום מלא), גם אם הזכיין פועל ליישומם של מדדים אחרים (אישיים, חברתיים וגלובליים). במקרים שאין כלל יזמות, כמו במקרה יער בן שמן שמשמש אתר בקרה, מדדי הסביבה נשמרים באופן חלקי בלבד (35.3% יישום מלא). מטבלה 3 מתבררת גם חשיבות האג'נדה של מפעילי היזמות. לדוגמה, יוזמה 9 מתמקדת במדדים האישיים והחברתיים, ואילו יוזמה 6 מתמקדת בהיבטים אישיים, חברתיים וגלובליים, ובמידה מסוימת גם בהיבטים סביבתיים.

דין ומסקנות

במחקר יישומי זה שימשו יעדי פיתוח בר-קיימא (United Nations, 2017) לפיתוח כלי לבחינת יזמויות ביערות קק"ל. בבדיקה של 10 תוצרי יזמויות באזורים שונים בארץ נמצא כי כלי המדידה, בן 47 מדדים, מאפשר להבחין ביניהן ובוחן את טיפולן במדדים אישיים, חברתיים, סביבתיים וגלובליים. עוד נמצא, כי יזמויות הפועלות בשליטת קק"ל מבחינת שטח, הון ואנשים גם יחד, עומדות באופן טוב יותר ביעדי פיתוח בר-קיימא. עם זאת, נמצא כי קיים פער גדול במידת יישום יעדי הפיתוח בר-הקיימא, ושפחות מרבע מהם מיושמים בכל עשרת האתרים. יעדי פיתוח בר-קיימא, הכוללים היבטים של רווחת האדם

כלי המחקר התמקד מצד אחד במדדים ישימים המפורטים בטבלה 2 במקום ביעדים הרחבים של פיתוח בר-קיימא, וזאת כדי לקדם הדרכות ספציפיות ולהציג תמונות מצב נקודתיות בכל אתר, ומצד שני עסק בפיתוח חוצה אתרים תוך מתן אפשרות להצבת מדדים כמותיים. במילים אחרות – סביר שההתמקדות במדדים תביא להשגת יעדי פיתוח בר-קיימא, בדרך ישירה, יישומית וברורה.

איתור יזמויות בקק"ל

בשלב הראשון הוגדרה 'יזמות' כהתקשרות בין קק"ל לצד נוסף, שמעורבים בו משאבים של הון, קרקע ואנשים. תוצרי היזמויות שנבדקו נמצאים באתרי קק"ל ובשטחי הייעור של קק"ל במחוזות צפון, מרכז ודרום. במסגרת המחקר (כולל הפיילוט) אותרו תשעה מיזמים שונים של קק"ל, והושאו לאתר הביקורת ביער בן שמן, שאין בו יזמות, אף על פי שיש בו שבילי הליכה ורכיבה, פארק לאומי, פעילויות חינוכיות ומתחם קמפינג (אתר 10).

תוצרי היזמויות חולקו לשלוש קבוצות בעלות מאפיינים נבדלים. שלושה מיזמים שכל שלושת הרכיבים (הון, קרקע, אנשים) בשליטת קק"ל – אגמון החולה, יער האילנות ומרכז שדה יער יתיר; שלושה מיזמים שהמעורבות של קק"ל בהן מתבטאת בניהול משותף עם גוף או גופים נוספים – פארק המעיינות, פארק ירוחם ופארק צפרות אילת; שלושה מיזמים שרק השטח שלהם נמצא בשליטת קק"ל (פארק הירדן, פודטראק יער עופר [שנסגר במהלך המחקר] ובר בהר).

הליך המחקר

במהלך החודשים יולי ואוגוסט 2022 נערך שלב הפיילוט באגמון החולה, בפארק המעיינות ובפארק הירדן. בחודש ספטמבר 2022 נערך איסוף הנתונים בשאר האתרים באמצעות ראיונות, תצפיות ואיסוף נתונים מהאינטרנט. לאחר מכן, קודדו כלל הממצאים לשלוש רמות בהתאם למודל "רמזור", המציג את הצבעים הבאים כביטוי למצב שאובחן באתר: הממד מיושם באופן מלא או כמעט מלא (צבע ירוק), הממד מיושם באופן חלקי (צבע צהוב), והמדד אינו מיושם כלל או מיושם באופן שולי בלבד (צבע אדום).

תוצאות המחקר

כל הממצאים מפורטים בטבלה 3. שמות האתרים הוחלפו במספרים (1–9) כדי למנוע השוואות, שאינן מטרת מחקר זה. בסך הכול נמדדו 470 מדדים (47 מדדים ב-10 אתרים). מן הטבלה עולה כי רק 23% מהמדדים (107/470) מומשו במידה רבה (ירוקים), 36.5% מהם (170/470) מומשו בצורה חלקית (צהובים), ו-40.5% מהם (193/470) לא מומשו או

טבלה 3

יישום יעדי פיתוח בר-קיימא ביזמויות קק"ל
ירוק: יישום מלא; צהוב: יישום חלקי; אדום: ללא יישום.

ביקורת		רק שטח			מעורבות אחרת - ניהול משותף			אנשים + הון שוטף + שטח									
יער בן שמן	9	8	7	6	5	4	3	2	1	יזמות סעיף	יעדי פיתוח בר-קיימא						
ממד אישי -																	
37.5% ללא יישום 31.5% ללא יישום												27.5% יישום חלקי 29.6% יישום חלקי		35% יישום מלא 38.9% יישום מלא		כלל המדגם ללא אתר בן שמן	
										א.							
										ב.							
										ד.							
										ה.							
										ב.							
										ג.							
										ד.							
										ה.							
										ו.							
										ז.							
										ה.							
										א.							
ממד חברתי -																	
45% ללא יישום 40% ללא יישום												32.1% יישום חלקי 34.1% יישום חלקי		22.9% יישום מלא 25.4% יישום מלא		כלל המדגם ללא אתר בן שמן	
										א.							
										ג.							
										א.							
										ב.							
										ג.							
										ד.							
										א.							
										ב.							
										ג.							
										ד.							
										ו.							
										ז.							
										ח.							
										א.							

ביקורת		רק שטח			מעורבות אחרת - ניהול משותף			אנשים + הון שוטף + שטח				
יער בן שמן	9	8	7	6	5	4	3	2	1	יזמות סעיף	יעדי פיתוח בר-קיימא	
ממד סביבתי -												
כלל המדגם ללא אתר בן שמן												
יישום מלא 19.4% יישום חלקי 39.4% ללא יישום 41.2% יישום מלא 17.6% יישום חלקי 41.2% ללא יישום 41.2%												
										ג.	3 GESUNDE UND WOHLFÜHLENDE LEBENSVERHÄLTNISSE	
										א.	6 SAUBERES WASSER UND SANITÄRE UMGEBUNG	
										ח.		
										ט.		
										י.		
										יא.		
										א.	7 BEZUGLEGE UND SAUBERE ENERGIE	
										א.	9 INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR	
										א.	12 NACHHALTIGE KONSUM UND PRODUKTION	
										ב.		
										ג.		
										ד.		
										א.	15 LIFE ON LAND	
										ב.		
										ג.		
										ד.		
										א.	13 KLIMASCHUTZ	
ממד גולובלי -												
כלל המדגם ללא אתר בן שמן												
יישום מלא 20% יישום חלקי 28% ללא יישום 52% יישום מלא 22.2% יישום חלקי 28.9% ללא יישום 48.9%												
										ב.	4 QUALITÄT DER BILDUNG	
										א.	11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN	
										ה.	12 NACHHALTIGE KONSUM UND PRODUKTION	
										א.	17 PARTNERNSCHAFTEN FÜR DIE ERREICHUNG DER ZIELE	

לשינוי האקלים ולבריאות טובה. האתגר השני הוא ניהול תוצרי היזמויות עצמן, שכן המחקר מעלה כי יישום היעדים מתרחש טוב יותר כאשר השטח, ההון והאנשים המעורבים ביזמות שייכים לקק"ל, או לכל הפחות – כאשר לקק"ל מעורבות מסוימת בניהול. מהממצאים עולה כי אם קק"ל מעוניינת לקדם את יעדי הפיתוח בר-הקיימא ביזמויותיה בעתיד, עליה להקפיד הן על הממד הסביבתי הן על ניהול ישיר או עקיף של תוצרי היזמויות בשטח. פיתוח שנעשה אך ורק על ידי יזמים פרטיים אינו מבטיח פיתוח בר-קיימא (רם ואח', 2023), ולכן מודגשת חשיבות הניהול מטעם קק"ל ביזמויות ובתוצרי היזמויות ביערות, גם אם הן בידי יזם פרטי. נוסף על כך, יישומם של היעדים החברתיים טעון שיפור, שכן רובם אינם זוכים ליישום מלא. בהקשר זה חשוב לציין כי המחקר נערך טרם מתקפת החמאס על יישובי הנגב המערבי בשבעה באוקטובר 2023. מאז פרוץ המלחמה, נראה כי המרקם החברתי בישראל המשיך להתדרדר, עובדה הבאה לביטוי בירידה הדרגתית ומתמשכת בתפיסת האינטגרציה החברתית בישראל (קמחי ואח', 2024). כפועל יוצא מכך, יש מקום להדגיש ערכים ויעדים חברתיים ביזמויות השונות של קק"ל.

והסביבה, נמצאו מתאימים לבדיקת יזמויות תיירות ביערות קק"ל, שכן ניהול קליטת קהל ביערות צריך להיעשות באופן שמתחשב הן באדם הן בסביבה (קולינס-קריינר וכתר, 2021). בהקשר זה, הממד הגלובלי של יעדי פיתוח בר-קיימא נמצא כרלוונטי פחות לבדיקה, וכדאי לשקול אם להכלילו בעתיד. גם מחקרים קודמים הדגישו את הממדים הסביבתי (Hall, 2019) והחברתי (Bolek et al., 2019), אך לא התייחסו לממד הגלובלי. זאת ועוד, הממד הגלובלי אינו תואם במלואו את הגדרת תיירות בת-קיימא (UNWTO, 2005). אם קק"ל תהיה מעוניינת ביישום של עקרונות פיתוח בר-קיימא שאינם קשורים לתיירות, יהיה עליה להשקיע גם בקידומו של ממד זה.

סיכום

מחקר זה סייע באיתור שני אתגרים עיקריים ליזמויות ביערות קק"ל. הראשון הוא האתגר הסביבתי, שהדרך ליישמו באופן מיטבי נבחנת בהיבטים הקשורים לאנרגיה, לחיים על פני האדמה, לייצור ולצריכה עצמאיים ומקיימים, למים נקיים,

מקורות

- Katila P, McDermott C, Larson A, Aggarwal S, and Giessen L. 2020. Forest tenure and the sustainable development goals – A critical view. *Forest Policy and Economics*, 120, 102294.
- Khaled R, Ali H, and Mohamed EK. 2021. The Sustainable Development Goals and corporate sustainability performance: Mapping, extent and determinants. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127599.
- Konu H. 2015. Developing a forest-based wellbeing tourism product together with customers—An ethnographic approach. *Tourism Management*, 49, 1–16.
- Matilainen A and Lähdesmäki, M. 2014. Nature-based tourism in private forests: Stakeholder management balancing the interests of entrepreneurs and forest owners? *Journal of Rural Studies*, 35, 70–79.
- United Nations. 2017. *Global Indicator Framework for the Sustainable Development Goals and Targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*; Work of the Statistical Commission Pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. (A/RES/71/313), Annex; New York, NY, USA: United Nations.
- United Nations Environment Program (UNEP) and World Tourism Organization (UNWTO). 2005. *Making Tourism More Sustainable: A Guide for Policy Makers*. United Nations Environment Program.
- Yamaguchi NU, Bernardino EG, Ferreira MEC, de Lima BP, Pascotini MR, and Yamaguchi MU. 2023. Sustainable development goals: A bibliometric analysis of literature reviews. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5502–5515.
- טל נ וני ע. 2021. התכנון בקק"ל – סוף מעשה בתכנון תחילה. *יער*, 20, 38–41. לכמן ברק נ. 2024. **חקר יזמויות בשטחי הייעור של קק"ל באמצעות יעדי פיתוח בר-קיימא** (עבודת גמר לתואר שני). חיפה: אוניברסיטת חיפה.
- קולינס-קריינר נ וכתר ע. 2021. העדפות קהל בחינוכי יער. *יער*, 21, 5–13. קמחי ש, מרציאנו ה, אשל י, קאים א ועדיני ב. 2024. **חוסן ומדרי התמודדות לאורך המלחמה: מדידת אורך חמישית**. דו"ח מחקר עבור משרד המדע והטכנולוגיה ורח"ל.
- קפלן מינץ ק, אילון א, נתן א, עשת צ וקרואני א. 2021. השפעת היערות והשטחים הפתוחים על בריאות הגוף והנפש של המבקרים בהם. *יער*, 20, 18–26. רם י, קולינס-קריינר נ ולכמן ברק נ. 2023. **שימוש במטרות ה"פיתוח בר קיימא" של האו"ם ככלי לבחינת יזמויות ביערות**. דו"ח התקדמות שנתי, מוגש לקק"ל.
- Boluk KA, Cavaliere CT, and Higgins-Desbiolles F. 2019. A critical framework for interrogating the United Nations Sustainable Development Goals 2030 Agenda in tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(7), 847–864.
- Cohen-Hattab K, Gelbman A, and Shoval N. 2018. From ideological space to recreational tourism: The Israeli forest. *Journal of Tourism and Cultural Change*, 16(5), 501–520.
- Hall CM. 2019. Constructing sustainable tourism development: The 2030 agenda and the managerial ecology of sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(7), 1044–1060.
- Hazarika R and Jandl R. 2019. The Nexus between the Austrian forestry sector and the sustainable development goals: a review of the interlinkages. *Forests*, 10(3), 205.



אומדן היבטי קיימות והשפעה על שטחים פתוחים במערכות אגרו-וולטאיות בשדות ובמטעים בהשוואה לחממות

לירון אמדור^{1*} | איברהים יחיא²

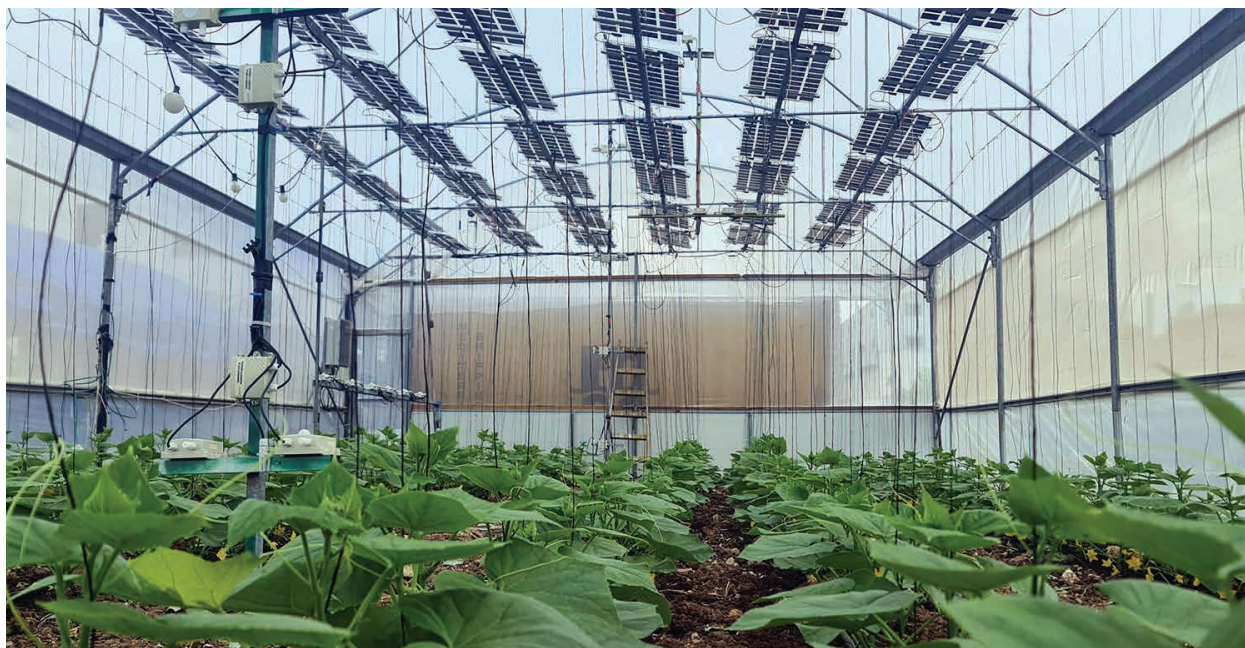
- 1 מכון דש"א, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
 - 2 מו"פ המשולש, כפר קרע
- * amdurliron@gmail.com

רקע

מערכות אגרו-וולטאיות יכולות להיות משולבות בשטחים חקלאיים מסוגים שונים: שטחים חקלאיים פתוחים – כמו מטעים ושדות, על גבי חממות ובתי צמיחה, בבריכות דגים ועוד. המאמר עוסק בהשוואת היבטי הקיימות של מערכות אגרו-וולטאיות בשטחים חקלאיים פתוחים לעומת הצבתן בחממות. מדובר בפרק בפרויקט המחקר הבין-לאומי REGACE הממומן על ידי קרן Horizon Europe של האיחוד האירופי במטרה לפתח טכנולוגיה חדשנית לייצור אנרגיית שמש בחממות; הפרויקט מרוכז על ידי מו"פ המשולש שבכפר קרע, וכולל אתרי ניסוי בחמש מדינות.

מערכות אגרו-וולטאיות בשטחים חקלאיים פתוחים כוללות בדרך כלל מבנה תמך להרמת הפאנלים מעל הגידולים, תוך קירוי חלקי של השטח. הדרך המקובלת לשילוב פאנלים בחממות היא על גג החממה, והפאנלים מוחזקים על ידי עמודי תמך או על שלד החממה. אפשרות נוספת היא להצמיד את הפאנלים לדפנות החממה. בשנים האחרונות פותחה במו"פ המשולש מערכת חדשנית המטמיעה את הפאנלים בתוך החממות, מתחת ליריעות הכיסוי (איור 1).

מערכות אגרו-וולטאיות הן מתקנים לייצור חשמל בעזרת פאנלים סולאריים המשולבים בשטחים חקלאיים, תוך שמירה על הפעילות החקלאית. מערכות אגרו-וולטאיות מאפשרות להפיק אנרגיה ומזון בתא שטח אחד, וזאת בניגוד למערכות פוטו-וולטאיות קרקעיות, שבמקרים רבים באות על חשבון עיבודים חקלאיים מאחר שהן תופסות את הקרקע. מיזמים אגרו-וולטאיים מאפשרים לקדם מקורות אנרגיה חלופיים ולצמצם את ההשפעה על האקלים, תוך שמירה על ביטחון המזון. מדינת ישראל מקדמת מערכות אגרו-וולטאיות באמצעות החלטות ממשלה תומכות ותכנון מאפשר. אומנם השפעתן של מערכות אגרו-וולטאיות על השטחים הפתוחים מתונה ביחס להשפעתם של מיזמים קרקעיים, אך הן משנות באופן יסודי את אופי המרחב, ומאחר שחלק מהן מגודרות, הן קוטעות את רצף השטחים הפתוחים. גידור יוצר קיטוע של בתי גידול, מונע מעבר של בעלי חיים, ועלול להוביל לפגיעה במגוון הביולוגי ולצמצום באוכלוסיות של מינים מסוימים. נוסף על כך, יש למערכות אגרו-וולטאיות מחירים בהיבטי קיימות אחרים, כפי שיפורט במאמר, ויש להביא זאת בחשבון בעת קביעת מדיניות אקלים וסביבה.



איור 1

פאנלים סולאריים בחממה מתחת ליריעות הכיסוי

מחקר REGACE, מרכז מו"פ המשולש, כפר קרע. צילום: איברהים יחיא.

במטעים ובשדות בעמק המעינות נקבע אחוז כיסוי של 45.7% בחלק מהשטח (הוועדה המקומית לתכנון ולבניה עמק המעינות, 2023). המדיניות למערכות אגרו-וולטאיות בישראל אינה כוללת אמירה חד-משמעית לטובת חממות, ומיזמים אגרו-וולטאיים במטעים ובשדות מקודמים בהיקפי שטח נרחבים.

בישראל יש כ-120,000 דונם גידולי ירקות בכיסוי (משרד החקלאות, 2025). ישראל הציבה לעצמה יעד של הספק סולארי כולל של 17.1 ג'יגה-ואט עד שנת 2030, שמתוכם 35% ימומשו על גגות מבנים (משרד האנרגיה, 2022). ההספק הממוצע בחממות המחקר של REGACE הוא 36.5 קילוואט לדונם, אך משיחות עם חקלאים מדרום הארץ עולה כי חלקם התקינו בחממות מערכות וולטאיות עם הספק של 50 קילוואט לדונם. המשמעות היא שפוטנציאלית, מערכות בשטח גידולי כיסוי יכולות לתרום 39% עד 53.8% מיעדי אנרגיית השמש של ישראל (בניכוי אלה שימומשו על גגות).

מטרות המחקר ושיטות המחקר

מטרת המחקר המוצג היא זיהוי משתני הקיימות של מערכות אגרו-וולטאיות בשטחים חקלאיים פתוחים לעומת חממות, ובחינה השוואתית שלהן, ככלי לקבלת החלטות מושכלות.

בישראל קיימים כיום (פברואר 2025) שישה מיזמים אגרו-וולטאיים בשטחים חקלאיים פתוחים, כולם הוקמו בחמש השנים האחרונות. שלושה מתוכם הם מחקריים ופועלים באוניברסיטאות או במרכזי מו"פ, ושלושה מסחריים. בכולם הפאנלים מורמים מעל הגידולים. במחצית מהמיזמים הגידולים החקלאיים הם גידולי שדה, ובמחציתם – מטעים וכרמים. נוסף על כך, ישנן כיום ברחבי הארץ עשרות חממות שבהן מערכות סולאריות, מרביתן מערכות מסחריות. החשמל המיוצר בחממות יכול להיות מוזרם לרשת החשמל ולייצר הכנסה נוספת לחקלאי. הגידולים בחממות שיש בהן פאנלים סולאריים הם ירקות, גידולי עלים ופרחים.

שילוב פאנלים סולאריים בחממות פשוט יחסית מבחינת האסדרה: ניתן להקים מערכות בהליך של היתר בנייה (משרד החקלאות, 2024), וזאת בדומה לגגות מבנים, בעוד שלאישור מתקנים אגרו-וולטאיים בשטחים פתוחים נדרשת תוכנית מתאר מפורטת. גם בהיבט המקרקעין ישנן הקלות: רמ"י (רשות מקרקעי ישראל) אינה מחייבת תשלום נפרד על הצבת פאנלים על גג חממות, בדומה להצבת פאנלים על גגות מבנים, וזאת בניגוד למיזם אגרו-וולטאי במטע או בשדה המחייב עסקה נפרדת ותשלום גבוה יחסית מול רמ"י. עם זאת, בחממות אחוז ההצללה המותר הוא עד 15% (משרד החקלאות, 2024), ואילו בשטחים פתוחים אחוז ההצללה נקבע פרטנית עבור כל מיזם בפני עצמו, ולעיתים הוא גבוה יותר – לדוגמה, במיזם אגרו-וולטאי בכרמים,

בחממות, החממה עצמה היא זו שתופסת את השטח הפתוח, והוספת שימוש של הפכת אנרגיה במסגרתה אינו מוסיף כגיעה בשטחים פתוחים.

השימוש במשאבי טבע והגדלת מִדְרֵךְ הפחמן נובעים מהשימוש הניכר בברזל במבנה התמך של הפאנלים במערכות בשטחים פתוחים. מבדיקת מיזמים אגרו-וולטאיים הקיימים בישראל עולה כי לצורך הקמת מבנה התמך של הפאנלים משתמשים בממוצע בכ-103 ק"ג ברזל לקילוואט חשמל. בחממות הנכללות במחקר REGACE משתמשים במבנה התמך בממוצע בכ-48 ק"ג ברזל בלבד לקילוואט, מכיוון שהקורות המחזיקות את הפאנלים מוצמדות לשלד החממה, ואין צורך לבנות מבנה תמך ייעודי. ייצור ברזל צורך אנרגיה רבה וכרוך בפליטה משמעותית של פחמן דו-חמצני. ייצור של טונה ברזל בטכנולוגיה המקובלת בעולם מביא לפליטה של 1.9 טונות פחמן דו-חמצני (Sohn, 2019). מִדְרֵךְ הפחמן של הברזל במבני התמך של מערכות אגרו-וולטאיות בשטחים פתוחים עומד על כ-178.2 ק"ג פחמן-דו חמצני לקילוואט חשמל. לעומת זאת, מִדְרֵךְ הפחמן של הברזל במערכת התמך בחממות מחקר REGACE עומד על כ-91 ק"ג פחמן דו-חמצני לקילוואט בלבד.

היבטים כלכליים: ניתוח ממציא הפרסומים מהעולם מראה כי עלות ההשקעה במיזם אגרו-וולטאי בשטחים פתוחים היא בממוצע כ-1,200 אירו לקילוואט חשמל. עלות ההקמה של המתקן האגרו-וולטאי בחממות של מחקר REGACE היא בממוצע כ-921 אירו לקילוואט חשמל, כלומר זולה בכ-23% בהשוואה לעלות הקמה של מערכת אגרו-וולטאית בשטחים פתוחים (איור 2).

היבטים חברתיים: הקמת מערכות אגרו-וולטאיות בחממות דורשת כחות עבודת התקנה ועבודה חקלאית בהשוואה למערכות בשטחים פתוחים. עלות העבודה (המשקפת את מספר שעות העבודה) בהתקנת המערכות של מחקר REGACE זולה בכ-39% לקילוואט ביחס להתקנת מערכת אגרו-וולטאית בשטח פתוח (ניתוח פרסומים מהעולם, כפי שפורט לעיל). בשטחים פתוחים מערכות אגרו-וולטאיות מייצרות עבודה חקלאית נוספת בשל מורכבות התמרון של כלים חקלאיים בין עמודים, או בשל מגבלות על שימוש במכונות (למשל, קשה להפעיל קטפת מכנית בכרם אגרו-וולטאי, ויש צורך בקטיף ידני של הענבים). בחממות מרבית העבודה החקלאית ידנית ואינה מבוססת על מיכון, ולכן לא מתווספת עבודה חקלאית בעקבות התקנת מערכת סולארית. החיסכון בעבודה יכול להשפיע באופן שלילי על פיתוח תעסוקה במגזר האנרגיה והחקלאות, ומאידך גיסא, להשפיע באופן חיובי במקומות שיש בהם מחסור בעובדים. בישראל, שסובלת ממחסור מתמשך בעובדים בחקלאות, יש

לקיימות שלושה היבטים: סביבתי, כלכלי וחברתי (Purvis et al., 2019). במסגרת המחקר נבדקו היבטי הקיימות הבאים: היבט סביבתי – השפעות על שטחים פתוחים ועל המופע הנופי, שימוש במשאבי טבע, מִדְרֵךְ הפחמן (carbon footprint); היבט כלכלי – עלות ההקמה של המערכת; היבט חברתי – יצירת תעסוקה בהקמה ובתחזוקה של מערכת האנרגיה, תוספת עבודה חקלאית בשל שילוב מערכת אנרגיה בשטח החקלאי. ישנם כמובן נושאים נוספים בכל אחד מהיבטי הקיימות הללו, וניתן לבחון אותם במחקרי המשך.

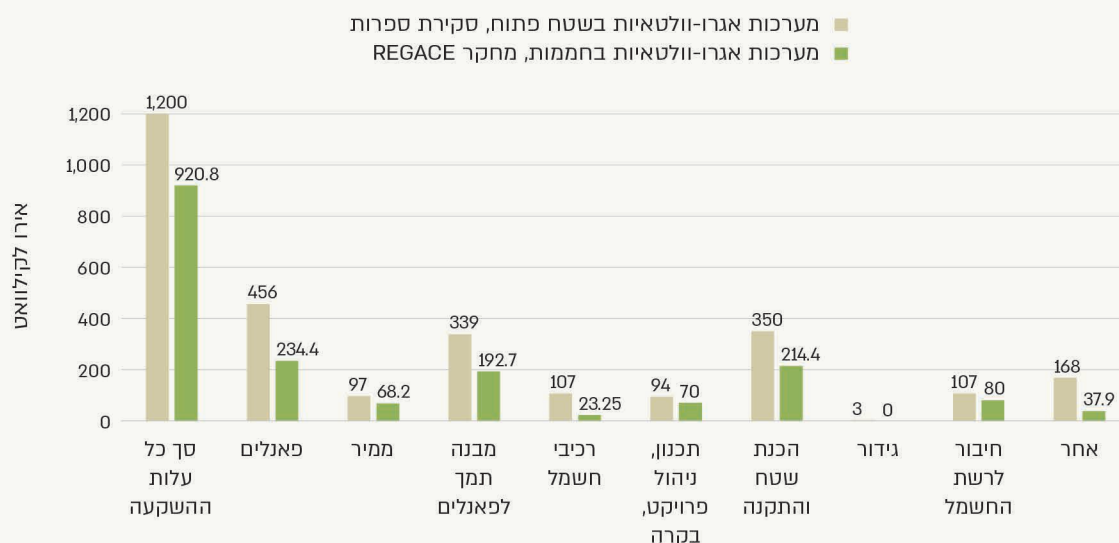
המחקר המוצג מתבסס על סקר של כל אתרי המערכות האגרו-וולטאיות הקיימים בישראל, שנערך בחודשים אוגוסט וספטמבר 2024, וכלל ביקורים באתרים וראיונות עם מנהליהם על בסיס שאלון מובנה; סקירת ספרות בנושאי כלכלה ותעסוקה במיזמים אגרו-וולטאיים בשטחים פתוחים; בחינת נתונים מתוך אתרי הניסוי בחממות של מחקר REGACE.

סקירת הספרות כללה מאמרים אקדמיים, פרסומים של רשויות ממשלתיות ומוסדות מחקר, ומצגות מכנסים בין-לאומיים בתחום המערכות האגרו-וולטאיות. נמצאו ונבדקו 18 פרסומים (למשל: Horowitz et al. 2020; Schindele et al. 2020; Feuerbacher et al. 2022) מהשנים 2020–2023, המפרטים פרמטרים כלכליים של 39 מערכות אגרו-וולטאיות ב-15 מדינות ברחבי העולם.

תוצאות

היבטים סביבתיים: למערכות אגרו-וולטאיות בשטחים חקלאיים פתוחים יש השפעה נופית ניכרת: שדות ומטעים משנים את מופיעיהם למעין "יער מתכת", מאחר שעמודי ברזל גבוהים מוצבים בהם בצפיפות רבה (במיזמים האגרו-וולטאיים בישראל גובה העמודים נע בין 1.5 ל-4.5 מטר, והם מוצבים במרחק של כ-3–6 מטר זה מזה), ופאנלים מוצבים בשיעור כיסוי ממוצע של 27%. לעומת זאת, בחממות הפאנלים מוצבים קרוב יחסית לגג או לדפנות החממה, או מתחת ליריעות הכיסוי. הם נטמעים בחממה מבחינה נופית, ואינם יוצרים מופע חריג.

באשר להשפעה על רצף שטחים פתוחים: רק בשני מיזמים אגרו-וולטאיים במטעים ובשדות בישראל יש שימוש בגדר היקפית, והאחרים אינם מגודרים; עם זאת הצבת העמודים, הקורות והפאנלים בשטח החקלאי מביאה לשינוי באופי בית הגידול, בתפקוד האקולוגי שלו ובתרומתו למכלול השטחים הפתוחים (צלוק, 2021). במערכות שנמצאות



איור 2

השוואת רכיבי עלות השקעה במערכת אגרו-וולטאית בשטחים פתוחים ובחממות

מקורות: עבור מערכות אגרו-וולטאיות בשטחים פתוחים: ממוצע נתוני סקירת ספרות מהעולם; עבור חממות: נתוני מחקר REGACE, חמישה אתרי ניסוי.

לחלק מהטכנולוגיות יש השפעות סביבתיות שמעמידות את התועלת האקלימית בסימן שאלה. ייצור ברזל למערכת התמך של מיזם אגרו-וולטאי בשטח פתוח צורך אנרגיה ופולט כמות רבה של פחמן, אותו גורם שאנרגיות ממקורות מתחדשים נועדו לצמצם; אומנם גם לבניית חממה נדרש ברזל, אך במיזם אגרו-וולטאי בחממה הברזל ישמש לשתי תכליות בו-זמנית: לנשיאת יריעות החממה ולפאנלים הסולאריים; יש כאן יעול של השימוש במשאבי טבע בהשוואה למצב שבו שלד ברזל אחד מוקם לטובת חממה ושלד נוסף לטובת הצבת פאנלים במיזם אגרו-וולטאי בשטח פתוח. המחקר שהוצג יכול לסייע לקובעי המדיניות לקבל החלטה מושכלת על סוג מיזמי האנרגיה שכדאי לקדם, על בסיס מגוון פרמטרים של קיימות.

תודות

המחקר נערך במסגרת מכון דש"א אוניברסיטת תל אביב ומו"פ המשולש. המחקר הוא חלק מפרויקט מחקר REGACE המרוכז על ידי מו"פ המשולש, ושותפים לו חוקרים מישראל וממספר מדינות באירופה. הפרויקט קיבל מימון מתוכנית המחקר והחדשנות Horizon Europe של האיחוד האירופי במסגרת הסכם מענק מספר 101096056. הטכנולוגיה של שילוב סולארי בחממות פותחה במו"פ המשולש.

לשקול בזהירות את המשמעות של הצורך בתוספת עבודה חקלאית בעקבות הקמת מערכת אגרו-וולטאית במטע או בשדה. היבט חברתי נוסף שראוי לשקול, אף שלא נבדק במחקר, הוא שמערכות אגרו-וולטאיות בשטחים פתוחים הן רחבות היקף, ועל כן נותנות עדיפות לחקלאים גדולים ולתאגידים חקלאיים. קידום מערכות בחממות, לעומת זאת, תומך במשק המשפחתי הקטן.

דיון ומסקנות

בהיבטים סביבתיים יש למערכות בחממות השפעות נמוכות יחסית על הנוף, על השימוש במשאבי טבע (ברזל) ועל פליטת פחמן. בניגוד למערכות אגרו-וולטאיות בשטחים פתוחים, הן גם אינן גורמות לקיטוע של המרחב, שכן החממה עצמה תופסת את הקרקע, והמערכת הסולארית רק מוסיפה שימוש על מבנה קיים. בחישוב לקילוואט חשמל, עלות ההקמה של מערכת אגרו-וולטאית בחממות נמוכה יותר מאשר הקמת מערכת אגרו-וולטאית בשטחים פתוחים, עובדה שיכולה לספק תמריץ להקמת מערכות אנרגיה ממקורות מתחדשים ולצמצם שימוש בדלקי מחצבים.

מיזמים אגרו-וולטאיים נועדו לצמצם השפעות אקלימיות באמצעות מעבר לאנרגיות ממקורות מתחדשים. עם זאת,

מקורות

- Feuerbacher A, Herrmann T, Neuenfeldt S, Laub M, and Gocht A. 2022. Estimating the economics and adoption potential of agrivoltaics in Germany using a farm-level bottom-up approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168(C), 112784.
- Horowitz K, Ramasamy V, Macknick J, and Margolis R. 2020. *Capital Costs for Dual-Use Photovoltaic Installations: 2020 Benchmark for Ground-Mounted PV Systems with Pollinator-Friendly Vegetation, Grazing, and Crops*. National Renewable Energy Laboratory. U. S. Department of Energy. www.nrel.gov/docs/fy21osti/77811.pdf
- Purvis B, Mao Y, and Robinson D. 2019. Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 14(3), 681–695.
- Schindele S, Trommsdorff M, Schlaak A, Obergfell T, Bopp G, Reise C, et al. 2020. Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265, 114737.
- Sohn HY. 2020. Energy consumption and CO₂ emissions in ironmaking and development of a novel flash technology. *Metals*, 10(1), 54.
- הוועדה המקומית לתכנון לבנייה עמק המעינות. 2023. היתר בנייה מס' בקשה 20210307/1 10000160089. 5.2.2023.
- משרד האנרגיה. 2022. מפת הדרכים לאנרגיות מתחדשות בשנת 2030. www.gov.il/BlobFolder/news/re_290522/he/roadmap_reference_2030.pdf
- משרד החקלאות. 2024. מתקנים כונו-וולטאים על גג או חזית חממה הנחיות ועקרונות לאישור משרד החקלאות ופיתוח הכפר. מהדורה שלישית דצמבר 2024. www.gov.il/he/pages/photovoltaic_installations_on_the_roof_or_front_of_a_greenhouse_guidelines_and_principles_for_approval
- משרד החקלאות. 2025. אתר מידע גיאוגרפי כונו לציבור. <https://data1-moag.opendata.arcgis.com>
- צילום מ. 2021. שיקולים אקולוגיים בהפעלת חוות אגרו-וולטאיות בשטחים חקלאיים. המשרד להגנת הסביבה. https://www.gov.il/he/pages/ecological_considerations



מתקן אגרו-סולארי במו"פ רמת הנגב, טכנולוגיה בבעלות חברת אגריליין מערכות אנרגיה בע"מ, 2024
צילום: לירון אמדור



פאנלים סולאריים בחווה חקלאית הסמוכה לעיר רומא שבאיטליה, 2024
צילום: לירון אמדור



החזית מול לבנון במלחמת חרבות ברזל והשפעתה על יערות הצפון

צליל דינר

מחלקת יער, מרחב צפון
tzlild@kkl.org.il

והכתב"מים הביאו לפגיעה בשטח של כ-14,300 דונם, שהם כ-80% משטחו. למרות היקף השרפות הנרחב עצי חורש רחבי עלים, כמו אלון מצוי (*Quercus coccifera*), אלה אטלנטית (*Pistacia atlantica*) ואלה ארץ-ישראלית (*P. palaestina*), יתחדשו. אורנים שנשרפו כליל בעקבות שרפת צמרות, ייכרתו ויפונו מהשטח. הברושים מותאמים יותר לשרפות, ונפגעים פחות (Xanthopoulos, 2011). במהלך שנתיים עד ארבע השנים הבאות ייסקר שטח יער הרי נפתלי, וייאסף מידע לגבי מצב הצומח והתחדשות עצי היער. ההערכה היא שכ-40% משטח היער המחטני נשרפו כליל, ו-40% הנותרים שנשרפו, ישתקמו באופן טבעי מאחר שעברו שרפת קרקע ולא שרפת צמרות. הערכה זו נכונה גם לשאר היערות בצפון. יערות מחטניים הם תצורת הצומח שנפגעה באופן הנרחב ביותר (כ-24% מתוך כל תצורות הצומח), מאחר שהם נטועים בשטחים נרחבים. הפגיעות בשטחים הנטועים ידרשו מאנשי היער עבודת שיקום רבה. נפילת הטילים והיריטים לא פסחה על יער ביריה שם נפגעו כ-3,400 דונם מתוך 19,500 דונם, ביער נבי יושע נפגעו כ-2,200 דונם מתוך 13,200 דונם ובברעם כ-1,400 דונם מתוך 13,080. יערות רבים נוספים נפגעו גם באזור הגליל התחתון, בשטח

בעקבות מלחמת חרבות ברזל שהחלה באוקטובר 2023, ופתיחת החזית מול חיזבאללה בצפון שהחלה עם תחילת המלחמה והסלימה בקיץ 2024, נפגעו גם שטחי יער ושטחים פתוחים בניהול של קק"ל. עם כניסת הפסקת האש מול חיזבאללה בצפון לתוקף, בסוף נובמבר 2024, היערות הפסיקו לבעור.

במהלך המלחמה ירה חיזבאללה ללא הפסקה ופגע ביישובים, בבסיסים, במקומות אסטרטגיים ובסביבתם. האזורים האלה עטופים בשמורות טבע, בשטחים חקלאיים וביערות קק"ל.

מרחב צפון של קק"ל ספג פגיעות בהיקף של כ-29,600 דונם יערות ושטחי ניהול (מתוך 540,000 דונם). האזור המרכזי שנפגע הוא הגליל העליון, שספג פגיעות תדירות באופן יום-יומי. כמה שרפות גדולות התלקחו וכלו שטחים נרחבים, ולא היה ניתן לכבותן מכיוון שחל איסור על כוחות הכיבוי של קק"ל להתקרב למרחק של 3 ק"מ מהגבול. היערות שספגו את הפגיעה הקשה ביותר הם ברעם, ביריה, נבי יושע והרי נפתלי.

יער הרי נפתלי כבר ספג בשנים האחרונות שרפות יער בהיקפים גדולים, והשרפות שפרצו בעקבות ירי הטילים

הפגיעה ביערות שהתרחשה בעקבות מלחמת לבנון השנייה בשנת 2006 הייתה דומה בהיקפה לפגיעה ביערות במלחמת חרבות ברזל, ואף גדולה ממנה. כעשר שנים לאחר מלחמת לבנון השנייה היערות חזרו כמעט לקדמותם, אם בנטיעה ואם בחידוש טבעי. יש מקום לאופטימיות.

של כ-3,000 דונם. הפגיעות הנרחבות באזור זה, בהתאמה לגודל השטח הנפגע, היו ביערות עין-דור, בית קשת, מסד, גבעת המורה, לביא, עין הנצי"ב, כפר החורש, שוויץ וטורעאן. רכס הסולם שממוקם בקצה הצפוני של הגליל המערבי, נפגע באופן נרחב גם כן, ומזרחית לכפר ראש הנקרה נפגעו כ-1,000 דונם, ש-700 מתוכם בשטחי היער.

מקורות

Xanthopoulos G. 2011. Cypress (*Cupressus sempervirens*) and forest fires.



טיל איראני ביער ביריה
צילום: אלי חפוטא



יער ברעם, יולי 2024
צילום: שמעון אלגרבלי



מצפה חן ביער ביריה לפני קריסה - יולי 2024
צילום: ארתור ינקלביץ



ארוכה הדרך אל הצל – העץ כתשתית לקירור ולהצללה בערי ישראל

נעם בר-לוי

דרך צל – המרכז לייעור עירוני ולהצללה, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה
noam@ilgbc.org

על אופניים, מיתון הצפות, שיפור בבריאות הפיזית ובתחושת הרווחה הנפשית של תושבים, מיתון רעשים, הפחתת תאונות דרכים, העלאת ערך נכסי הנדל"ן, שיפור בפדיון עסקי רחוב ושמירה על המגוון הביולוגי (ברקאי ואח', 2020).

אלא שעל אף התועלת הברורה שהעצים מביאים איתם, היעדרות העירוניים בארץ מאוימים באופן ממשי. ערי ישראל מצויות בתנופת פיתוח מואץ, הבאה לידי ביטוי בפרויקטים לאומיים של תחבורה, במיזמי התחדשות עירונית ובהקמת שכונות מגורים חדשות, וכל אלה מביאים לכריתת עצים בוגרים בהיקף נרחב (שדה וסימן טוב, 2024). נטיעת עצים צעירים אינה תחליף ראוי לעצים שנכרתים. ראשית, לעץ צעיר ייקחו שנים רבות עד שחופתו תוכל להעניק צל כמו זו של עץ בוגר. שנית, כמות העצים הצעירים שניטעים אינה מספקת. שלישית, הנטיעות נעשות לרוב בצורה לא מיטבית: מיני העצים הניטעים אינם בהכרח נותני צל, איכות השתילים המתקבלים מהמשתלות אינה תמיד גבוהה, והשתילה עצמה אינה בהכרח איכותית, ונעשית פעמים רבות ללא ליווי של אנשי מקצוע מתחומי האגרונומיה והאילנות (ברמן ואח', 2022).

בחודש פברואר ציינו את ט"ו בשבט. לצד הנטיעות המסורתיות התאספו מאות אנשי מקצוע מתחומי התכנון העירוני, הגינון והסביבה לכנס שהתקיים בתל אביב בנושא הצללה מעצים במרחב העירוני, שכותרתו "בונים על צל". מפגש זה מעיד על העניין הגובר בתחום הייעור העירוני, ועל כך שלצד החשיבות שבנטיעה ובהגנה על עצים ביערות, בחורשות ובשטחים הפתוחים, עולה הצורך להפנות את הזרקור גם אל העצים שבתוך הערים.

בשל שינוי האקלים ישראל הולכת ומתחממת. קצב ההתחממות בארץ כפול מהממוצע העולמי (אילוטוביץ ואח', 2024). עליית הטמפרטורות מורגשת בעיקר בערים, מכיוון שהמרחב העירוני הולך ומתכסה באספלט ובבטון, וכך מועצמת תופעת אי החום העירוני. מחקרים מצביעים על כך שגלי החום הממושכים והקיצוניים בשנים האחרונות כבר הביאו לתמותה ולתחלואה עודפת באוכלוסייה (ימין ושמואלי, 2022), ולפי כל תחזיות המדענים, גלי החום צפויים להחמיר בשנים הבאות.

עצים מהווים פתרון מבוסס טבע מוכח להצללה ולמיתון חום במרחב העירוני. לצד זאת, העצים מספקים תועלת מסוגים שונים, כגון ספיחת מזהמים, עידוד הליכה ורכיבה

המועצה הלאומית לכלכלה, בשיתוף משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה ומנהל התכנון. ההחלטה ותוכנית היישום הלאומית שבאה בעקבותיה, מהוות מפת דרכים לעיון מעמד העץ כתשתית חיונית באמצעות שורת צעדים ומהלכים.

אחד מהיעדים שנקבעו בהחלטה הוא ש-100 רשויות מקומיות יכינו תוכניות אסטרטגיות לייעור עירוני עד לשנת 2030. מספר חודשים לאחר מכן הפיץ המשרד להגנת הסביבה קול קורא לרשויות מקומיות להכנת תוכניות לייעור עירוני ולביצוע פיילוטם להצללת רחובות באמצעות עצים.

בהמשך להחלטת הממשלה, הוקם במועצה הישראלית לבנייה ירוקה "דרך צל – המרכז לייעור עירוני ולהצללה", הפועל להפוך את ערי ישראל למוצללות, קרירות וירוקות באמצעות פיתוח והטמעה של ידע וכלים מקצועיים. "דרך צל" פועל בשותפות עם קרן יד הנדיב ומשרדי הממשלה, ובמסגרת מיזם משותף עם המשרד להגנת הסביבה מעניק ליווי מקצועי לרשויות שזכו בקול הקורא. הליווי כולל ייעוץ על ידי מומחים, הכשרות מקצועיות והנחיה על פי מתודולוגיה סדורה. כמו כן, בימים אלה אנו פותחים בסדרת ימי עיון למתכננים בנושא עצי רחוב, בשותפות עם אגף יער ואילנות במשרד החקלאות.

מתהליכי הליווי ומההכשרות המקצועיות אנו לומדים כי הרשויות המקומיות הן גורם מפתח בשינוי מעמד עצי הרחוב. כדי שהן יוכלו לעמוד בתפקיד זה בהצלחה, עלינו לתת להן את הכלים לתכנן ולנהל את היערות העירוניים שלהן בצורה מיטבית:

- בהקצאת תקציבי ממשלה: חשוב להמשיך וליישם את החלטת הממשלה ולהקצות משאבים לרשויות באמצעות קולות קוראים לתכנון ולביצוע של מיזמי ייעור עירוני.
- בהקניית ידע מקצועי: אנו רואים את הצמא שיש בקרב הצוותים ברשויות ללמוד ולהעמיק את הידע בנושא היער העירוני וההצללה.
- בפיתוח כוח האדם: כיום במרבית הרשויות אין כתובת אחת שמנהלת את משאב העצים. העיסוק בנושא מפוזר בין אנפי ההנדסה, גנים ונוף/שפ"ע, תשתיות ואיכות הסביבה. יש ליצור תקנים מתאימים עם הכשרה מקצועית רלוונטית לניהול מקצועי של היער העירוני.
- ביצירת סביבה תכנונית ורגולטורית: סביבה זו תעניק חשיבות דומה לעץ ולתשתיות אחרות, ותגביר את ההגנה עליו.

לקק"ל יש תפקיד חשוב במאמץ זה. אומנם התפקיד המסורתי של קק"ל הוא נטיעות ביערות ובשטחים הפתוחים, אולם לנוכח הצטופפות האוכלוסייה בערים ושינוי האקלים

כשאנו חושבים על עצים בוגרים בערים, מייד מצטיירת בראשנו תמונה של רחובות ותיקים במרכז הערים, שיש בהם לא מעט עצים מרשימים שנותנים צל משמעותי. אלא שהעצים שניטעים כיום במרחב העירוני לא יוכלו לשגשג ולהתפתח כמו אחיהם הבוגרים. הערים שלנו נעשו צפופות מאוד, וקרוב של ממש מתחולל בין תשתיות על מקום בקרקע. העצים נדחקים לתחתית סדר העדיפויות, אחרי תשתיות החשמל, המים, הביוב, התקשורת והגז הנפרסות בתת-הקרקע, ואחרי רחבות כיבי האש והכניסות והיציאות אל ומתוך חניונים תת-קרקעיים, התופסות שטחים נרחבים במדרכות. נפחי בתי הגידול המוקצים לעצים קטנים מדי, והם נאלצים להצטופף במרחבים צרים ובתוך קרקע מהודקת. כפועל יוצא מכך, למרבית העצים שניטעים כיום בישראל אין תנאים מינימליים לשגשוג.

כדי לשנות את המצב יש להתייחס אל העצים כתשתית עירונית חיונית, כזו שלא נופלת בחשיבותה משום תשתית אחרת בעיר. חשבו על עמודי תאורה למשל. האם יש בנמצא מתכנני ערים שמעלים על דעתם לתכנן רחוב בישראל מבלי שיש בו עמודי תאורה במרווחים קבועים לכל האורך? האם יתכנן רחוב מבלי שיוספק החשמל הנדרש לעמודי התאורה כדי לפעול? האם ייתכן שרשות מקומית לא תדע בדיוק איפה נמצאים כל עמודי התאורה שלה, ולא תתכן באופן שוטף עמודי תאורה שהתקלקלו?

כך צריך להתייחס גם לעצי הרחוב: יש לתכנן את הרחובות שיש בהם תנועת הולכי רגל משמעותית כך שיינטעו בהם עצים במרווחים קבועים, כדי שיוכלו לספק צל לתושבים. יש לתת לעצים את מרב התנאים בתת-הקרקע, כדי שיצמחו ויוכלו לתת את הצל הרצוי. יש למפות את כלל העצים בעיר, לדעת בדיוק איפה נמצא כל עץ ולנהל תוכנית תחזוקה שוטפת לעצי העיר.

ערים ברחבי העולם החלו לאמץ תוכניות אסטרטגיות לתכנון ולניהול היער העירוני כבר לפני למעלה מעשור. לדוגמה, בעיר מלבורן שבאוסטרליה הגדירו יעד שאפתני של הכפלת שיעור כיסוי חופות העצים בעיר בתוך 20 שנה במטרה להתמודד עם שינוי האקלים (Melbourne (Vic.) Council, 2011). בעיר ניו יורק יצרו מאגר מידע דיגיטלי פתוח לציבור המכיל תעודת זהות ייחודית עבור כל אחד מעצי הרחוב בעיר במטרה לנהל את משאב העצים בצורה חכמה (NYC Parks, 2025).

גם בישראל מתחוללת תכנית של ממש בתחום. לפני יותר משלוש שנים התקבלה החלטת ממשלה מס' 1022 להצללה ולקירור של המרחב העירוני באמצעות עצי רחוב במסגרת ההיערכות לשינוי האקלים (2022). את ההחלטה הובילה

שינוי האקלים מחייב אותנו לפעול מהר ולנקוט צעדים בהיקף נרחב. לא מדובר על מותרות, אלא על צורך קיומי וממשי. עלינו לנטוע עצים בכמויות משמעותיות ולשנות מן היסוד את אופן הניהול של היערות העירוניים. הזמן להתחיל בעשייה הוא עכשיו.

הצטרפותה של קק"ל למהלך יכולה להוות תרומה מכרעת לקידום הייעור העירוני. קק"ל תוכל לתרום לפיתוח הידע המקצועי בתחום, לסייע לרשויות בהעמדת מלאי משמעותי של עצים איכותיים לשתייה, ולחבור לממשלה בתקציבי פיתוח למרחב הציבורי שייתנו עדיפות להצללה באמצעות עצים.

מקורות

מדינת ישראל. 2022. החלטת ממשלה מס' 1022 להצללה וקירור של המרחב העירוני באמצעות עצי רחוב במסגרת ההיערכות לשינוי האקלים. שדה מ' וסימן טוב א. 2024. בין סביבה לדמוגרפיה: משבר הפסולת ואובדן שטחים פתוחים, מרכז טאוב. עמ' 21.

Melbourne (Vic.) Council. 2011. Urban Forest Strategy – Making a Great City Greener 2012–2032. City of Melbourne.
NYC Parks. 2025. NYC's Trees. New York City Tree Map. <https://tree-map.nycgovparks.org>.

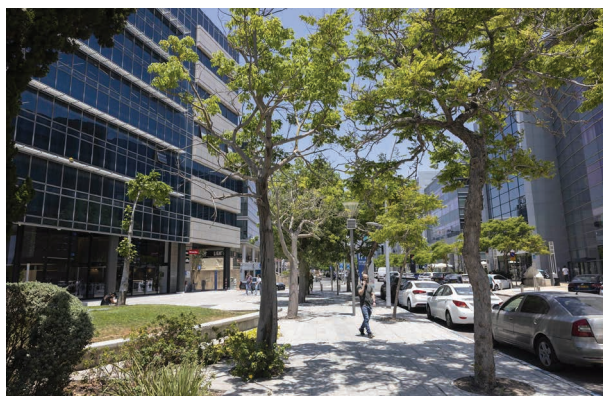
אילוטוביץ א, חלפון נ ויוסף י. 2024. שינוי הטמפרטורה בישראל – בראי שלושה אטלסים אקלימיים. השירות המטאורולוגי הישראלי.
ברמן ז, אליה ע, לן ע, מזרחי ת, פרדמן א, ברקאי א ואח'. 2022. קידום עצי רחוב בערי ישראל, הצללה וקירור של המרחב העירוני באמצעות עצי רחוב כהערכות לשינוי האקלים. סיכום והמלצות בעקבות שולחן עגול ממשלתי בנושא ייעור עירוני. עמ' 18–22.
ברקאי א, אשכנזי ע, מאיר ס, איזק ו, בר ר, זיידמן ל ואח'. 2020. מדרוך ארצי לצל עצים במרחב הבנוי. מנהל התכנון ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר.
ימין ד ושמואלי א. 2022. תמותה עודפת בישראל בשל גלי חום – מחקר ראשוני עבור המדענית הראשית של המשרד להגנת הסביבה.



עץ נותן צל בראש העין
צילום: תומר אפלבוים



נטיעות חדשות בהוד השרון
צילום: תומר אפלבוים



עצים נותני צל בהרצליה
צילום: תומר אפלבוים



כמו צמח בר שיחה עם מימי רון

גלעד אוסטרובסקי

אגף הייעור קק"ל
GiladO@kkl.org.il

בגיל עשר בערך קיבלתי במתנה את מגדיר הצמחים של זהרי ופינברון. אבל עוד לפני כן, כשהיינו בכיתה ג' או ד', היינו שולחים פרחים מיובשים לילדי הגולה. היינו מייבשים צמחים בתוך דפי ספרים. אני זוכרת אפילו באיזה ספר ייבשתי, ספר של אגדות רוסיות. ואחר כך היו מעין כרטיסי ברכה נפתחים, ובתוכם היינו שמים את הצמחים המיובשים. אומנם זה היה לא מדעי, אבל אז התחלתי להגדיר, היה לי אוסף עצום של צמחים. רשמתי כראוי את שם הצמח בעברית ואת השם המדעי, את תאריך האיסוף ומקום האיסוף.

למעשה לימדת את עצמך?

נכון, זה היה ועדיין העיסוק החביב עלי, והשקעתי בו כל רגע פנוי. בגיל ביה"ס התיכון היה חוג טיולים של תנועת המושבים, פעם בחודש, ביום שישי אחרי הלימודים, הייתה משאית עוברת בתחנות לאורך הארץ ואוספת נוער מהרבה מושבים, והיינו נוסעים לטייל בכל הארץ – פעם לגליל, לנגב, להרי יהודה. ואני במהלך הטיולים הללו הייתי אוספת צמחים כדי להגדיר ולייבש אותם.

הייתה בשעתו מודעות לשמירה על צמחי הבר?

עזריה אלון גייס אותי לנושא. עזריה עלה בילדותו עם אימו ושתי אחיותיו לארץ, לאחר שאביו נשלח לסיביר בגלל פעילות ציונית. לאימו היו אח ואחות בכפר יחזקאל, ולכאן הם הגיעו. אבי התיידד איתו, ויחד הם הלכו לטיולים

מימי רון, ילידת 1947, גדלה בכפר יחזקאל. אוטודידקטית, מומחית בהיכרות עם צמחי הבר בישראל, עורכת סקרי צומח עבור מכון דש"א כ-25 שנה. מתגוררת במי עמי (סמוך לנחל עירון).

איך התחיל סיפור האהבה שלך עם צמחים?

מאז שאני זוכרת את עצמי נמשכתי לצמחים. גדלתי במושב כפר יחזקאל בעמק חרוד. מגיל צעיר מאוד עבדנו, אחי, אחותי ואני, עם ההורים בשדה, ברפת ובולול. מעשבים בָּצָל, מדללים סלק בהמות ועוד כל מיני גידולים. אמא אהבה מאוד טבע. היא עבדה בחקלאות ומעולם לא הייתה לה הזדמנות ללמוד באופן פורמלי.

המשק היה כמעט משק אוטרקי. גידלנו את כל מה שצרכנו. פרות לחלב, לבן, גבינות ושמנת, תרנגולות לביצים, ירקות למיניהם, והיו גם עצי פרי – גפנים, תפוחים, אפרסקים וגם תפוחי אדמה ובוטנים וכן מכוורת קטנה לצרכי הבית.

אמא הכירה צמחים, והיא לימדה אותנו תוך כדי העבודה בשדה: "זאת פעמונית זיפנית והיא לא מזיקה, יש מעט ממנה בשדה, לכן אנחנו לא עוקרים אותה, ולצמח הזה קוראים ברקן, ואותו אנחנו עוקרים". היא הניחה את היסודות ללימוד שלי. ומאז שאני זוכרת את עצמי, התחום הזה משך אותי. בשנות בית הספר היסודי למדנו, ילדי כפר יחזקאל, בקבוצת גבע השכנה. אלה היו לימודי טבע ובעיקר סיורים אין ספור בטבע עם מורים יוצאי דופן, שחיזקו את הקשר שלי לטבע.

בהמשך עברתי לירושלים ועבדתי בגן הבוטני בגבעת רם, שהיה בחיתוליו. מיכאל אבישי ז"ל, שהיה בשעתו מנהל הגן, היה איש דגול. איתו עבד עוד איש נהדר, יחיאל ברס, שנפטר השנה. הם קיבלו אותי לעבודה. לא אמרתי להם שאני כבר מכירה טוב צמחים. הם נתנו לי לחרוט שלטים עד שמיכאל הבין שאני מכירה צמחים, והתחיל לשלוח אותי למסעות איסופי זרעים בכל הארץ.

אחרי מלחמת ששת הימים החליטו לשקם את האוניברסיטה בהר הצופים ובמקביל לשקם את הגן הבוטני הישן שאלכסנדר איג הקים בתחילת שנות ה-30. נסעתי עם מאיר שאואט ז"ל, שהיה המנהל של הגן הבוטני בהר הצופים, למסעות איסוף זרעים בכל הארץ. גידלנו את הצמחים בגבעת רם, ואחר כך שתלנו אותם בגן הבוטני בהר הצופים, שמתמחה בצמחיית הבר של ארץ ישראל. לימים ניהלתי את הגן הזה.

בשנת 1979 התחיל פרופ' אבי שמידע במפעל יוצא דופן וקרא לו רת"ם – רשת תצפית ומידע לצמחי הבר של ישראל. המיזם כלל סיורים בוטניים חודשיים ברחבי הארץ ואיסוף נתונים בוטניים על ידי רשת של צופים בכל הארץ. נרתמתי למשימה, ולאורך שנים השתתפתי בסיורים וברישום הצמחים. העיסוק קידם אותי מאוד בשטח הבוטניקה. מפעל נוסף שייסד אבי שמידע ואני הצטרפתי אליו, היה גינון בתי ספר שדה בצמחי הבר, כל בית ספר שדה והצמחים שבסביבתו. לצערנו, לאחר כמה שנים נפסק הפרויקט מחוסר תקציב.

מרתק אותי סוג הידע הזה, שאיננו מתבסס רק על זיכרון. יש לך איזו הבנה של סוד פנימי – מעניין אותי להבין איך את מסתכלת על הצמחים ומפענחת את הצופן שלהם, איך זה עובד?

אני לא יודעת איך זה "עובד". אצלי זה כבר חצי אוטומטי. כשאני מסתכלת על צמח אני יודעת לאיזו משפחה הוא שייך, יש לו מספר מסוים של עלי גביע, צורה מסוימת של עלי כותרת, זרעים... זה זיכרון מאוד מסוים. ובאמת, העניין הוא שבכל תקופה, יש בודדים שיש להם את ה'שיגעון' הזה של זיהוי צמחים.

המומחיות שלך בהכרת הצומח מיוחדת מאוד. האם יש דור המשך?

כן, לשמחתנו, יש שני צעירים מדהימים, בר שמש ודר בן נתן, שהם תופעה! מייד ראיתי שהם מטאורים. הכנסתי אותם לאט לאט לעניינים, והם עברו אותי בידע שרכשו. השניים האלה מצאו בין 40 ל-60 מיני צמחים חדשים לארץ בשנים האחרונות. מה שלא קרה מאז ימי איג, זהרי ופינברון. הם גאונים בתחום. הם יודעים לראות ולזהות מינים שאנשים אחרים שביקרו במקום לא זיהו. לא פשוט למצוא מין חדש למדע או לישראל. זה כרוך בעבודה מאומצת. לאחר מציאת

בסביבות הכפר, טעמו את צמחי הבר, עד שאכלו את אבטיח הפקועה שטעמו מר ביותר. חברותם נשארה לאורך שנים, וכשיצא המבצע 'שמרו על צמחי הבר', בתחילת שנות ה-60 של המאה ה-20, גייס אותי עזריה לעמוד בשבתות בצומת כפר יחזקאל ולחלק למטיילים את חוברות ההסברה. עבורי זה היה שיעור גדול למאבקים על שמירת טבע.

איך נמשך הרומן שלך עם הצמחים?

התגייסתי לצבא, לגרעין נח"ל, להקים את היאחזות הנח"ל חצבה. התאהבתי בערבה. עבורי, אין אף מקום אחר שדומה למקום הזה. כל רגע פנוי היה קודש לשיטוטים, להיכרות עם הסובב וכמובן עם הצמחייה. כשהשתחררנו מהצבא חשבנו מה לעשות עם ההיאחזות, כי לא רצינו שהיא תהפוך למחנה צבאי. החלטנו להפוך את המקום לבית ספר שדה. פנינו לתנועת המושבים, התנועה המיישבת שלנו, ולחברה להגנת הטבע, ושני הגופים הסכימו לרעיון. גם מנחם מרקוס היה בין מקימי היאחזות חצבה, ויחד טיילנו בכל האזור והכנו מסלולים להדרכה. החברה להגנת הטבע התחילה לשלוח אלינו קבוצות להדרכה, וכך התחיל בית ספר שדה חצבה.



מימי אוספת צמחים להגדרה, היאחזות הנח"ל חצבה, 1967

המחלקה לבוטניקה נסגרה, וכך גם המחלקה לזואולוגיה. האקולוגיה התפתחה, ובמדעי הצמח מלמדים בעיקר מההיבט המולקולרי והפיזיולוגי. אין קורסים בסיסטימטיקה ובטקסונומיה של צמחים או בפלוריסטיקה שמלמדים מה מאפיין משפחות צמחים ואת הסוגים והמינים שבתוכן. מעט מזה מלמדים בבתי ספר תיכוניים, אבל גם שם כבר אין עבודות חקר או ביוטופים שמתנהלים מחוץ למעבדה.

הביולוגיה המולקולרית מתפתחת מאוד, וניתן בעזרתה לקבץ סוגים למשפחות, אולי באופן נכון יותר ממה שעשה לינאוס במאה ה-18. הוא היה גאון, כיוון ש-85% ממה שהוא עשה, עדיין שריר וקיים. בביולוגיה המולקולרית מתקדמים כיום באפיון משפחות הצמחים, אבל ייקח שנים עד שיגיעו לאפיון כל הסוגים והמינים. מה שהיה צריך לעשות זה לשלב ידיים, להמשיך את הטקסונומיה בשיטה הישנה, על פי מבנה הצמח השלם, כמה אבקנים יש לו, כמה צלקות, האם העלים מסורגים או נגדיים וכדומה, ובאותו זמן לבדוק את ה-DNA שלו. ביחד זו כנראה הדרך הנכונה.

האם לכל מיני הצמחים יש שמות בעברית? זו נראית תופעה ייחודית בעולם.

במקורות היהודיים העתיקים – התנ"ך, המשנה והגמרא – נזכרים כמאה שמות צמחים. חלק מהם אנחנו מכירים גם כיום – כדוגמת תאנה, זית, תמר – אך לא את כולם זיהו באופן ודאי. בסוף המאה ה-19 קמו כמה סופרים וחוקרים יהודים וחידשו שמות עבריים לרבים מצמחי הארץ. כך עשו מנדלי מוכר ספרים ב'ספר תולדות הטבע' ועמנואל לעף בספרו 'צמחיית היהודים' (Die Flora der Juden).

בראשית המאה ה-20 רבים מהמורים לטבע ומחובבי הטבע נתנו שמות בעברית לצמחים מתוך ההבנה שמן הראוי לחבר את העם ובייחוד את הדור הצעיר, לטבע הארץ, לצמחייה ולבעלי החיים שבה, ואין נכון מאשר לעשות זאת בשפה המתחדשת. לשם כך צריך לקבוע שמות בעברית לכל מיני הצמחים. אך כך נוצרו הרבה שמות לכל מין צמח, כל מורה והשם שהמציא. בדומה לנעשה בכל העולם, ישנם שמות עממיים לצמחים, הקשורים למיתוסים ולאגדות של אותו עם. בשנת 1931 יצא מגדיר לצמחי ארץ-ישראל מאת איג, זהרי ופינברון ובו ניתנו בפעם הראשונה שמות הצמחים על פי שיטתו של לינאוס. לינאוס היה בוטנאי וזואולוג שוודי שחי במאה ה-18 וייסד את שיטת המיון המדעית המודרנית, שעל פיה ניתן עד היום שם מדעי לכל יצור חי, והשם בנוי משני שמות – שם סוג ושם מין, לדוגמה: שם הסוג – אלון, ושם המין – אלון מצוי, אלון התבור וכדומה.

ועוד משהו מעניין, קיימות לפחות 20 מילים בעברית המשמשות כמעט רק בבוטניקה, למשל: אָשון (זון אשון, אספסת אשונה) וקיפח – (מלוח קיפח, גזר קיפח). אשון זה קשיח, נשבר אם אתה מכופף אותו, וקיפח משמעו גבוה מאוד.

צמח שנראה שונה ממה שהכרת, ולא מצאת במגדיר הצמחים, השלב הבא הוא "חפירה" בעשבייה: באוניברסיטה העברית בגבעת רם שמורים כמיליון גיליונות ובהם צמחים מיובשים שנאספו בארץ ומחוצה לה, מתחילת המאה ה-20. אם לא נמצא הצמח המתאים, צריך לקרוא את הספרות המדעית, בעיקר מהארצות השכנות, בשפות שונות שלא את כולן אתה מכיר. השניים האלה, בר ודר, השתלטו על כך והם ממשיכים קדימה.

כמה מיני צמחים גדלים בארץ וכמה מינים את מכירה?

בארץ יש סדר גודל של 2,600 מיני צמחים, רובם צמחי בר, וחלק מהם מינים זרים שהגיעו לארץ בשנים האחרונות. אני מכירה היטב כשלושה רבעים מהמינים. כיום, כשאני רואה צמח שלא הכרתי, קצת יותר קשה לי לזכור אותו. אני לומדת פחות מהר, זה עניין של הגיל. צמחים רב-שנתיים אני מכירה בכל צורה, בקיץ ובחורף כשהעלים שלהם שונים. רב-שנתיים ניתן ללמוד בקלות יחסית. את החד-שנתיים רואים במשך עונה קצרה, בחורף, כשיש לבלוב של עלים, הם פורחים, חונטים פירות, ומתים, ואז עד השנה הבאה לא רואים אותם. אתן לך דוגמה: אספסת היא סוג שיש בו הרבה מינים בארץ. חלק מהם דומים מאוד זה לזה, וקשה להבחין ביניהם. לכן כל שנה אני צריכה לרענן את זכרוני עם המגדיר. בישראל מספר המינים החד-שנתיים עצום, בעיקר באזור ספר המדבר. לחד-שנתיים יש אסטרטגיה מיוחדת המותאמת לקיץ חם ולא גשום. הם עוברים אותו כזרעים באדמה. בארצות שיש בהן גשמי קיץ, ואין בהן עונות יבשות, כמו באזור הטרופי, גדלים מעט מאוד מינים חד-שנתיים.

האם לימוד הצמחים כולל גם התבוננות על הסביבה – סלע, קרקע, טופוגרפיה?

בוודאי, זה חשוב מאוד. זוהי הסתכלות רחבה. אני רושמת אילו צמחים גדלים באזור מסוים, ואז שואלת את עצמי: למה הם גדלים כאן ולא במקום אחר? העניין של המיקום משמעותי מאוד. יש צמחים שיש להם מנעד רחב של בתי גידול, ואחרים גדלים אך ורק בבית גידול מסוים מאוד. לכן יש חשיבות עצומה להתבוננות ולתיעוד של תנאי הסביבה המסוימים לכל צמח – סוג הקרקע, המורפולוגיה של השטח, האקלים באותו אזור והשפעת פעילות האדם.

כיצד רכשת את הידע שלך לאורך השנים? האם פנית גם ללימודים אקדמיים?

כשעבדתי בגן הבוטני בגבעת רם למדתי את כל הקורסים שהיו בבוטניקה ובזואולוגיה באוניברסיטה העברית. זכיתי שבאותם ימים, בתחילת שנות ה-70, הביולוגיה המולקולרית הייתה בראשיתה. עדיין נלמדו טקסונומיה ובוטניקה קלאסית. בשנות ה-80 הפסיקו ללמד זאת.

האם לאורך השנים היו לך קשרי עבודה עם קק"ל?

הכרתי את קק"ל בלבוש הישן שלה, בתחילת שנות ה-80, כאשר עבדו בקק"ל יערנים ותיקים שהגיעו מאירופה. אז עדיין התייחסו לייעור כמשאב ואל הצומח הטבעי כדבר שמפריע להתפתחות היער. בתחילת המאה ה-21 ערכנו סקר צומח ביער יד מרדכי, שהוא יער איקליפטוסים דליל. הצעתי שעצים יישתלו בהיקף היער, ומרכזו יישמר עבור צמחי בר. הצעתי לא התקבלה, וקרו מקרים נוספים דומים. לאורך השנים יערות קק"ל נראו לי מטופלים בצורה לא נכונה וללא התחשבות בצמחייה הטבעית. מרביתם צפופים מדי, מה שגורם לעצים להיות דקים ובעלי עלווה ירוקה מועטה וצומח דל תחתיהם. את הדילול עושים מאוחר מדי, לדעתי. אילו היו מדללים כשהעצים צעירים, ומשאירים מספר עצים קטן לדונם, כל עץ היה מגיע לידי ביטוי מקסימלי, והיה נשאר גם מקום לצמחייה הטבעית. כמובן, חורשות המיועדות לקליטת קהל מצריכות טיפול שונה, אך הן המיעוט בתוך שטחי הייעור. היום יש שינוי גדול. יש

במשך השנים היית מעורבת גם בעולמות של שמירת טבע ומאבקים לשמירת טבע?

כן בוודאי. למשל, חזרתי לגור בערבה בין השנים 1985–1995. בין השנים 1989–1991 היה המאבק הגדול נגד הקמת אנטנות ענק של קול אמריקה (Voice of America) שהיו אמורות לשדר מסרים של ארה"ב לברית המועצות, מרכז אסיה ומזרח אפריקה. אני ריכזתי את המאבק של תושבי הערבה. התחנה הייתה אמורה לקום על יד מושב עידן. לא רחוק ממיקום האנטנות נמצא שטח אש, שהיה אמור לעבור למזרח הרמון בשל הקמת תחנת השידור. על השטח הזה היו "מלחמות" בין גורמי הממשלה לשומרי הטבע. נוסף על כך, הוכח שהאנטנות של קול אמריקה היו פוגעות בבריאות האנשים המתגוררים בסביבה, בציפורים בתקופת הנדידה וגם בחי ובצומח באזור. הגענו עם המאבק לכנסת ולעוד מקומות רבים. המאבק גרם לדחייה של הקמת התחנה, עד שהבינו שאין בה צורך לאחר נפילת ברית המועצות, והקמתה בוטלה.



מלוח קיפח
צילום: אורי פרגמן-ספייר



זון אשון
צילום: אורי פרגמן-ספייר

בו, ולכני שש שנים עלה להילה רעיון שייתנו לנו שטח במו"פ כדי שנוכל לפתח את הנושא. נתנו לנו ואדי שגדלו בו עצי שיטת עלי ערבה, שהיא מין פולש, ועוד מינים פולשים. הצלחנו לארגן שלוש נשים נוספות, קראנו לעצמו "חמש מכשפות הוואדי", התחלנו לאסוף זרעים ולגדל צמחים, ויצרנו גינה לתפארת. כבר בשנה השנייה התחלנו לחלק זרעים לאנשי הערבה, ובהמשך לגדל שתילים. בהתחלה גידלנו לבד, וכיום מגדלים עבורנו שתילים במשתלות קק"ל ובמשתלות חישתיל.

בכל שבעת היישובים באזור הערבה התיכונה, ביישובי כיכר סדום ובכמה מיישובי מועצה אזורית חבל אילות יש גינות ציבוריות שנשתלים בהן צמחי בר, וכך גם בבתי הספר האזוריים ובגני הילדים. הרבה מאוד אנשים שותלים גם צמחי בר בגינות הפרטיות שלהם – בעיקר צמחים רב-שנתיים אבל גם צמחים חד-שנתיים. לדוגמה, אהרונסוניית פקטורי עם השקיה הופכת לדבר אחר לגמרי מאשר בטבע, היא גדולה יותר ומלאת פריחה. יש לנו תשעה מינים של

דור חדש של יערני העתיד. אני מכירה את חלקם הגדול, הם היו אצלנו בהשתלמויות לבוטנאים צעירים במכון דש"א.

חנוך צורף שעובד בקק"ל הוא חבר טוב מזה שנים רבות. הוא מגיע מחוגי סיור לא מיערנות, אבל הוא הפך ליערן משובח. אז גם איתנו אני עדיין מתווכחת איך לטפל, למשל, ביער אורנים שנשרף. לדעתי לא צריך לתת להם לגדול, צריך לעשב אותם כשהם קטנים. אורן זה עץ יפהפה, אבל רק כשיש לו מקום להתפתח ואז הוא פשוט עץ מפואר. לטעמי, לא צריך יותר מעץ אחד או לכל היותר שניים לדונם. ואז יש מקום גם לאורנים וגם מקום לצמחי הבר סביבו.

דוגמה נוספת לחיכוכים עם קק"ל היא שבשנה שעברה מכון דש"א ערך סקר בגבעת המורה, ליד עפולה. החלקים שאינם מיושבים בהר ואינם שמורת טבע, יוערו על ידי קק"ל לאורך השנים. על הגבעה גדל המין האנדמי הנדיר אירוס נצרת. למרבה הצער שתלו אורנים וברושים בצפיפות רבה, בהנחה שרק חלק מהם ייקלטו. אבל כדי להכין את הקרקע לנטיעה משמידים כל מה שגדל שם לפני כן, ואת הדילול עושים מאוחר מדי, וזה מאוד כואב לי.

בשנים האחרונות ישנו שיתוף פעולה טוב בין מכון דש"א וקק"ל. מכון דשא עורך את סקרי מצב היער וכן סקרי ערכי טבע ביערות קק"ל, סקרים לפני דילול וחידוש יערות וכן ניטור מתמשך בכמה יערות קק"ל. חידוש משמח נוסף הוא שילוב אקולוגים בקק"ל, זהו שינוי שלא היה דוגמתו, וזה נהדר. חשוב להמשיך בגישה הזו ולהוסיף עוד אקולוגים שיוכלו להגן על ערכי הטבע השונים בשטחי קק"ל.

מה עוד מטריד אותך בקשר לשמירת טבע?

כפי שאמר אלתרמן, 'נלבישך שלמת בטון ומלט'. זאת הבעיה העיקרית. המדינה מתמלאה בבתיים, כבישים ומסילות. השטחים הפתוחים מצטמצמים. כנראה שבימי זה לא יקרה, שהנגב יתמלא לגמרי, וגם בגליל לא יישארו כמעט שטחים פתוחים. הצליחו לאורך תקופה לעצור בנייה של יישובים חדשים, והתמקדו בבנייה צמודת דופן. היום זה כבר לא קורה, בעיקר בגלל מי שיושב במקומות של קבלת ההחלטות, והניזוק העיקרי הוא הטבע. תכנון נכון ומושכל יוכל לצמצם את הנזק.

מה הם התחביבים שלך, כשאת לא עובדת במכון דש"א?

כיום אני עדיין עובדת במכון דש"א, אך פחות ימים בשבוע. אני מקדישה זמן רב לגינת צמחי הבר במו"פ של חצבה, שם הגשמת את אחד מחלומות חיי שחיכה בסבלנות מעל 40 שנה. מובילת הפרויקט היא הילה אלבז, שהייתה מדריכה בבית ספר שדה חצבה. כיום היא חקלאית במושב חצבה, וגם עובדת בקק"ל ודוחפת נושאים כגון שימוש בצמחי בר בגינון ושיקום שטחים פגועים בערבה, כמו שולי החקלאות. מתחילת שנות ה-80 אני מדברת על גינון בצמחי בר ועוסקת



אירוס נצרת
צילום: אורי פרגמן-ספיר



אהרונסוניית פקטורי
צילום: אורי פרגמן-ספיר

צמחים חד-שנתיים, עונתיים, שמתאימים לגינון ומוסיפים צבע לגינות, וכ-30 מינים רב-שנתיים. זו השנה השישית של הפרויקט, וכבר יש לנו רשימה מכובדת של כ-40 מינים מוצלחים לגינון בערבה ובמדבר החם.

הרעיון הבא הוא לפתח גן מקלט לצמחים בסכנת הכחדה, שיתמקד בצמחי מדבר שאי אפשר לגדל בירושלים, או בתל אביב, כלומר שהם לא מתאימים לגנים בוטניים אחרים. רעיון נוסף הקמת גן לצמחי מרפא ובושם, מצמחי המדבר. קיבלנו שטח נוסף, ונראה איך ממשיכים לפעול. כרגע אין כסף ואין עובדים, וזה החלום החדש שלי. יש לי על מה לחלום.

טבע הארץ מוכר לך ככף ידך. האם פרשת כנפיים גם לעולם הגדול?

לא מספיק כמו שהייתי רוצה, אבל אני חולמת רבות על מסעות בעולם. וכשאתי מטיילת בעולם אני כולי שיכורה מצמחים שאני רואה בפעם הראשונה, או כשאתי נפגשת עם צמחים מוכרים, שכבר נפגשנו בעבר, בארץ או בעולם. אני מצלמת ורושמת ולומדת את עולם הצומח בתאווה של מגלה עולם. אני מקווה שעוד יהיו לי שנים רבות ליהנות מן הטבע בארץ ובעולם.



גינת צמחי הבר במו"פ ערבה, ליד חצבה



יער של ספרים

גלעד אוסטרובסקי

אגף הייעור קק"ל
GiladO@kkl.org.il

אוצר הפרא: מחשבות על מרחבי הבר, אסופה בעריכת מור קדישזון, 2024, תל אביב

הפתיח הזה מעורר סקרנות ועניין. כיצד זה הכהן הגדול של שמירת הטבע בישראל מכנין גישה אנתרופוצנטרית נוקשה ותועלתנית, ואיננו רואה את הערך הפנימי של הטבע? הלא שמירת הטבע כולה מיוסדת על רגש של השתוממות ופליאה מסודות הטבע הנשגבים מבינתנו. הרי גם ההוגים הגדולים של מרחבי הבר שמוזכרים בספר דיברו על ממד רוחני ורגשי בהיות האדם בבר – ג'ון מיור וספרי המסעות שלו, אלדו לאופולד ("האתיקה של האדמה") שהציע לייסד את קהילת האדמה, ובכך להרחיב את גבולות המוסר והקיום האנושי, ואחרים.

למעשה, כל הכותבים וההוגים ניסו ליישב את הסתירה המובנית בין יכולותיו של האדם וכוחותיו הבלעדיים לבין ההבנה שיסוד צמיחתו ושגשוגו בנוי על הטבע, לא רק כתשתית פיזית וביולוגית אלא גם רוחנית ורעיונית. מושג ה'אנתרופוקן' – עידן האדם – ממחיש היטב את הסתירה הזו. האנתרופוקן אומר לנו שהעידן הגאולוגי הנוכחי, בפעם הראשונה בתולדות כדור הארץ, מושפע מהאדם באופן חסר תקדים המקבל ביטוי גם בזמן עמוק, גאולוגי. קדישזון מסבירה שרעיון האנתרופוקן בעייתי מעיקרו, מכיוון שהוא מתעלם מהמגוון האנושי, משפיע אפשרויות הפעולה האנושית ומהבחירה שעומדת בפנינו. זהו ביטוי משטיח ומרדד, שאינו מסייע לנו למצוא את הנתיב הראוי לקיומו

כותרת המשנה – "מחשבות על מרחבי הבר" – מייד משכה את עיני ואת ליבי. הבר הוא הטבע במלוא הדרו, מרחבים שיד אדם לא פגעה בהם, ומעטות הרגליים שפסעו בהם, ללא בניינים, ללא כבישים, טבע טהור ונקי. הבר מעניק לנו חוויה עצומה, רבת ממדים, וגם בית גידול ובית ספר לתולדות המין האנושי. מתעוררת אצלנו כמיהה גדולה אל יערות הגשם, סוואנות רחבות ידיים, מדבריות עד קצה האופק, רכסי הרים מושלגים, אבל בארצנו הקטנטונת לא נותרו מרחבי בר. הספר מציע מבט אחר... ובאמת, הספר עוסק בשאלת היסוד באשר למקומו של האדם בטבע ובעולם. זו שאלה גדולה שתלווה את האדם בכל אשר יפנה, ובייחוד בעת המודרנית, עם ההתרחבות הדמוגרפית חסרת התקדים, צורכי הפיתוח והגדלת המדוך האקולוגי של האנושות אל מרחבים חדשים.

הספר כולל שבעה חיבורים מתורגמים ומסה מסכמת של המתרגמת והעורכת מור קדישזון. אני מציע להתחיל מקריאת המסה המעניינת הזו, שפורסת לפנינו מסכת מרתקת ומרעננת ומעלה נקודות מבט שחמקו מאיתנו בשצר האירועים. בפתח דבריה מספרת קדישזון על החוברת "רוח האדמה" שפורסמה בשנות ה-70 וחושפת את התנגדות החברה להגנת הטבע לפרסומה. המתנגד, עזריה אלון(!), מיצה את השקפתו במילים: "רוח האדם, לא רוח האדמה".

של האדם.

ובנקודה זו מתייצב 'הבר' במלוא הדרו, ומספק לנו השראה וכיווני חשיבה ופעולה ליצירת מגוון צורות חיים. הבר הוא חלק מממלכת החיים שאנו חברים בה, אבל, וזו נקודת מפתח, הבר איננו מקום נטול אדם. קדישזון מזכירה מחקרים על תפוצה רחבה של האדם ביערות דרום אמריקה, ושמקומות שנחשבו ריקים מאדם היו למעשה יערות שכיסו מחדש תרבויות קדומות. היא יוצאת נגד החיפוש המתמיד אחר "הבתולי" ונגד תפיסת הלינאריות (סוקצסיה וחברת שיא – קליימקס), ומזכירה שתמיד היה אדם, ושהטבע התעצב מתוך קשרי גומלין עם מרחב החיים שלו. היא טוענת כנגד הגישות המדעיות ל"ניהול" האקלים והסתמכות על "הנדסת אטמוספירה", ומזכירה שהיער לא למד בבית ספר ליערנות" (מובא כציטוט של דייוויד בראוור). כלומר, הבר הוא בית הספר של החיים, וממנו צמחנו והתפתחנו. זוהי גישה רעיונית, יש שיאמרו רוחנית, אך מכל מקום עומדת בכל תוקפה השאלה כיצד עלינו להתמודד עם דריסת הרגל האנושית ועם העובדה שהיא צורכת משאבים, קרקע וטבע ומכרסמת במהירות במרחבי הבר.

כאמור, זו שאלה גדולה מהחיים, ואין לה תשובה חתומה ומוגמרת. יש השראה, יש הבנה, ויש כוונה, והאסופה הזו מספקת משלושתן. רומן גארי, הסופר הצרפתי, מבטא ב"מכתב לפיל" ביטויים ובמילים פיוטיות את ההכרח בחיי הבר לחירות האנושית. "אני חש בעומק ליבי כי גורל האדם, וכבודו, מוטלים על כך המאזניים בכל פעם שהפאר וההדר הטבעיים שלנו, האוקיינוסים, היערות או הפילים, ניצבים בפני חורבן" (עמ' 29). ועוד: "הרשה לי לומר לך זאת, חברי הוותיק [הוא פונה לפיל]: בעולם שנועד כולו לאדם, ייתכן שגם לא יהיה עוד מקום לאדם... נוכחותך בקרבנו מעוררת בנו כוחות בריאה שלא ניתן לבטאם במושגים של חשיבה מדעית או רציונלית" (עמ' 30). גם קרל אלפרד מאייר במאמרו 'מרחבי הבר והחיפוש אחר נשמת האדם' יוצא מנקודת הנחה שמרחב הבר הוא הכרח לקיומה של נפש האדם, אך מציין שעלינו לחיות עם הניגודים הנובעים מהמתח הבלתי פתור של היות האדם חלק מהטבע אבל גם שונה מהטבע. הוא חותם בשורה של קיפלינג: "ציד מוצלח – ואל נא תשכח לציית לחוקי היער".

הפסיכולוג ג'יימס הילמן, במאמרו 'יופי טבעי ללא טבע', פורץ את גבולות המחשבה השגורה. הוא מציע לבטל את החומה המפרידה בין טבע לבין שאינו טבע. הוא מדגיש את הצורך הנפשי לראות יופי לא רק בשמורות ובמוזיאונים. היופי נמצא בכול, גם בעיר, היצירה הגדולה של האדם. שבירת הדיכוטומיה הזו אומרת לנו לא לחקות את תוצרי הטבע אלא את תהליכי הטבע. הוא קורא להלך בזהירות בעולם, כלומר גם בעיר, בזהירות וביראת כבוד. הוא מציע שפוליטיקאים יכריזו על התפיסות האסתטיות שלהם, וקורא למעורבות של כולם בעיצוב המרחב הציבורי, ולא

להותירו רק לאדריכלים ולאומנים.

ובכן, האסופה המצוינת הזו היא מתנה של ממש, מרחיבת דעת ומעוררת חשיבה עמוקה על רוח האדם, על התרבות שלנו ועל כך שמרחבי הבר טומנים בחובם שפע של אופטימיות וחיי יצירה. בגמר הקריאה אנחנו מוזמנים לחשוב מחדש על מושג הבר. במורשת החשיבה הדיכוטומית, הבר מוגדר על דרך השלילה, בתור מה שאיננו: אינו מתורבת, אינו מיושב, אינו מאלף, אינו מעובד. הבה נחשוב מחדש על הבר, נחשוב מחדש על יחסינו עם החוץ, נמציא מחדש את הגבול שאנו שמים לעצמנו – לא עוד גבול כדיכוטומיה אלא כדיאלקטיקה, כגבול חי ומפעפע שבורא מרחב של דיאלוג. ולסיים אנחנו מעלים על נס את מילותיו של האקולוג העברי הראשון, הלא הוא א"ד גורדון: "ופקחת ביום ההוא את עיניך, בן אדם, והצצת ישר לתוך עיני הטבע וראית בהן את תמונתך. וידעת, כי אל עצמך שבת, כי בהתעלמך מן הטבע התעלמת מעצמך (גורדון, "האדם והטבע").



אוצר הפרא: מחשבות על מרחבי הבר, אסופה בעריכת מור קדישזון, 2024, תל אביב



עצים ששווה להכיר

עידן קופלר¹ | עזרא ברנע²

- 1 מיג"ל – מרכז ידע גליל עליון
- 2 עמותת אלוני ישראל
- * idank@migal.org.il
- ** baloot@baloot.org.il

האלון של שייח' עבדאללה

גוב יוסף, דרומית לקיבוץ עמיעד, כחלק ממורדות רמת רזים במורדות הדרום-מזרחיים של הגליל העליון (נ"צ 758343 / 250413, גובה: 233 מטר מעל פני הים, איור 2). שמו נגזר כנראה מקבר שייח' בדואי, שהוקם במקום לכל המאוחר באמצע המאה ה-18.

אלון שייח' עבדאללה הוא עץ גדול ממדים מהמין אלון התבור (*Quercus ithaburensis*), והוא אחד מעצי הבר הגדולים והיפים בישראל (איור 1). הוא מסומן בכינוי MTO1111202 בפרויקט מיפוי אלוני ישראל של עמותת אלוני ישראל (2024). האלון ממוקם 100 מטר מערבית לחורבת

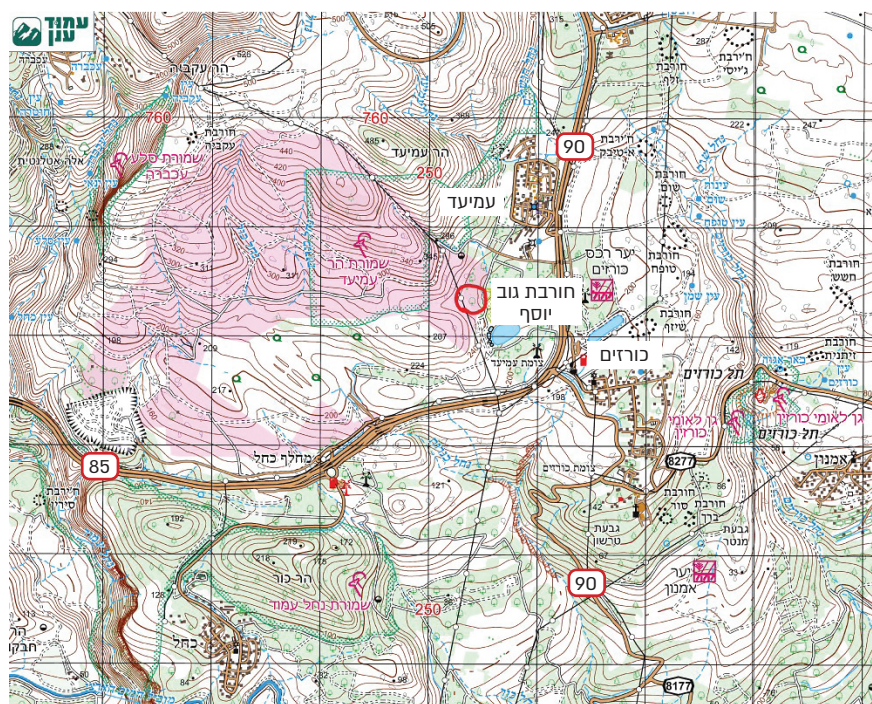
איור 1

אלון שייח' עבדאללה
צילום: עמית רפאל צורן



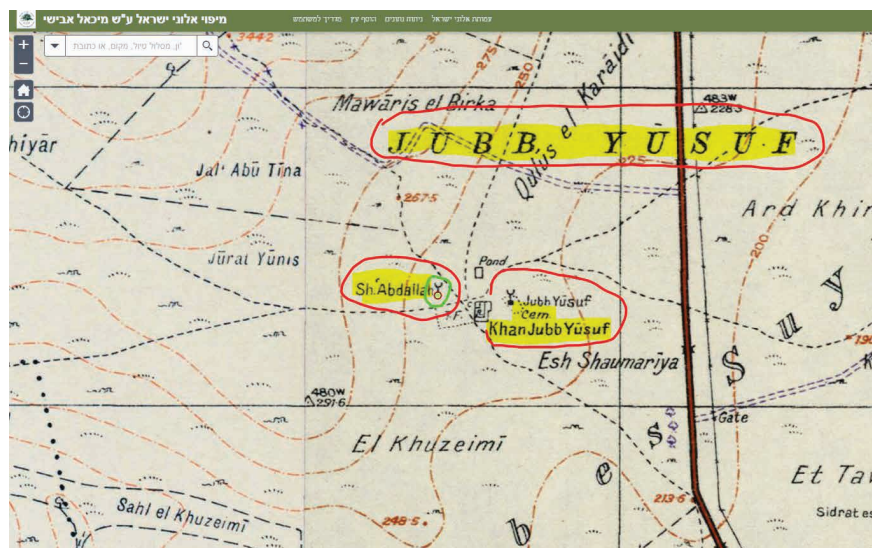
שהיה דמות מכובדת ומקודשת, והדבר הבטיח את ההגנה, השמירה והטיפול שלו. שייח' עבדאללה א-סויד (א-סהל) היה דמות דתית מקומית, המזוהה לעיתים קרובות כקדוש סופי או כמורה רוחני מכובד בקהילה המוסלמית. קברו הוא אחד המבנים הבולטים שנתרו באתר הכפר ג'וב יוסף (בעברית – באר יוסף) שנחרב ב-1948. המסורת המקומית קושרת את האתר ליוסף המקראי ולסיפור השלכתו אל הבור, אם כי הקשר הוא פולקלוריסטי בלבד. במפה מנדטורית משנות ה-40 (איור 3) מצוין העץ סמוך לקבר שייח' עבדאללה. רשומות היסטוריות מתעדות את האזור החל מהמאה ה-14: אבן בטוטה ציין את המקום

העץ בעל ממדים מרשימים: קוטר הגזע 100 ס"מ, גובה הפיצול 180 ס"מ, וקוטר הצמרת 25 מטר. מאפיין בולט של העץ הוא שלמות ההופעה שלו. שיני הזמן, סערות, ואף גרזן הכורת לא יכלו לו, והוא נראה כיחידה אחת ללא פגם. כמות המשקעים השנתית הממוצעת באזור נעה בין 550 ל-600 מ"מ. מים אלה נאספים באקווה התת-קרקעית, ומאפשרים לעץ צימוח נרחב ובריא. גם סמיכותו למטעים המושקים באופן אינטנסיבי, תורמת לזמינות גבוהה של מים לעץ. על רכס הר כחל הסמוך עצים מרשימים נוספים מהמין האלון התבור. העץ נשתל או צמח באופן טבעי סמוך לקבר שייח' עבדאללה,



איור 2

מיקום העץ על מפת ישראל
(מתוך עמוד ענן 2024)



איור 3

האזור סביב העץ במפה מנדטורית
מהמחצית הראשונה של המאה
ה-20

המפה היא חלק מסדרת המפות
Survey of Palestine 1929–1948
קנ"מ 1:20,000
באדיבות האוניברסיטה העברית
בירושלים.

לניווט לאלון ביישומון ווייז –
<https://tinyurl.com/abdallamtoonwaze>

לניווט לאלון בגוגל מפות –
<https://did.li/abdallamtoogmap>

כתחנת דרכים מרכזית ובה מסגד ובאר. רישומים עות'מאניים משנת 1596 מתארים את ג'וב יוסף ככפר קטן עם אוכלוסייה חקלאית. גם לאחר חורבן הכפר נותר קברו של השייח' סמל דתי חשוב, ועדות לחשיבותו ההיסטורית של האזור. ח'אן ג'וב יוסף (בערבית: جُب يوسف) הוא אתר היסטורי ששימש תחנת דרכים מרכזית בתקופות הממלוכית והעות'מאנית. החאן הסמוך לעץ מופיע במפות היסטוריות החל משנת 1880.

מקורות

עמותת אלוני ישראל. 2024. <https://baloot.org.il/>

עמוד ענן. 2024. ג'וב יוסף – בור יוסף. <https://amudanan.co.il/w/P37337>



אלון שייח' עבדאללה במבט מקרוב
 צילום: עמית רפאל צורן

farmland have a considerable landscape impact, due to the densely placed iron poles in fields and orchards. In greenhouses, the panels are visually integrated into the greenhouse. Agrivoltaics in open farmland also have a considerable carbon footprint due to the use of iron in the panels' mounting structure, the production of which involves significant CO₂ emissions. The mounting structure of agrivoltaics in open farmland consumes about 103 kg of iron, with a carbon footprint of 178.2 kg CO₂/kW. In greenhouses, the mounting structure uses only about 48 kg of iron/kW, with a carbon footprint of 91 kg CO₂/kW.

Economic aspects: The cost of investment in agrivoltaics in open areas is on average about 1,200 EURO/kW, whereas in the REGACE study greenhouses the cost is on average about

921 EURO/kW, about 23% lower. The difference in costs may serve as an incentive for establishing renewable energy systems in greenhouses.

Social aspects: The labor cost (which reflects the number of working hours) for installing the REGACE systems in greenhouses is about 39% lower per kW than for installing agrivoltaics in open farmland. Integrating agrivoltaics in open farmland requires additional agricultural work due to the complexity of maneuvering agricultural machinery between poles. In greenhouses, the agricultural work is mostly manual, and no additional agricultural work is required following the installation of agrivoltaics. The study can help policymakers make informed decisions about the type of agrivoltaic projects to promote, based on various sustainability parameters.

great importance of cleanliness, infrastructure (shade, trash bins, toilets, water taps), easy access from parking areas, accessibility features, signage and information, and the presence of picnic tables and benches. Analysis revealed significant differences mainly among age sub-groups within the older population, as well as between visitors with different visitation frequencies. According to the concept of "active aging," maintaining an active lifestyle is essential for achieving high levels of life satisfaction. Forest recreation areas play a key role, serving as places for connecting with nature and for social interaction, thus contributing to both the physical and mental health of visitors.

The study recommends treating older adults as a meaningful user group in the planning, development, management, and marketing of forest recreation areas, both because of the considerable benefits they gain from forest visits and due to their growing proportion in the population. Therefore, it is important to include representatives of this age group in the planning and development processes in order to incorporate their unique perspectives. In addition, we recommend promoting activity programs in KKL-JNF forest recreation areas for older visitors, based on the substantial benefits that such visits can offer. The study was conducted in KKL-JNF forests in the northern region of Israel, but its conclusions are considered relevant to KKL-JNF forests in general.

■ Using the UN's "Sustainable Development Goals" as an applied tool for evaluating recreational initiatives in KKL-JNF forests

Noga Lachman-Barak¹, Yael Ram², Noga Collins-Kreiner^{1*}

This study presents an applied tool for evaluating initiatives in KKL-JNF forests, based on the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).

The tool assessed ten recreational initiatives in various Israeli forests based on personal, social, environmental, and global criteria. The findings indicate that recreational initiatives managed entirely by the KKL-JNF are more effective at meeting the SDGs than initiatives with less controlled management. However, there remains a significant gap in the degree of the SDGs implementation, with less than a quarter of the goals being implemented in all the recreational initiatives. The study recommends future actions and emphasizes the importance of prioritizing the social and environmental aspects of recreational activities in forests and nature-based tourism.

■ Estimating sustainability aspects and the impact of agrivoltaic systems on open spaces in fields and orchards compared to greenhouses

Liron Amdur^{1*}, Ibrahim Yehia²

Agrivoltaics are installations for generating solar energy using panels that are integrated into farmland, while simultaneously maintaining agricultural activity. The impact of agrivoltaics on open spaces is moderate compared to the impact of ground-based PV projects, but they affect sustainability from environmental, economic and social perspectives. This paper compares the sustainability aspects of agrivoltaics in open farmland vs. their placement in greenhouses. It is a component of the international research project REGACE, which is funded by the European Union, coordinated by the Triangle R&D Center in Kafr Qara, and includes experimental agrivoltaic greenhouses in 5 countries. The study is based on analysis of data from Israeli open farmland agrivoltaic projects, REGACE installations and an extensive literature survey.

Environmental aspects: Agrivoltaics in open

1 School of Environmental Sciences, University of Haifa
2 Department of Tourism, Ashkelon Academic College
* nogack@geo.haifa.ac.il

1 Open Landscape Institute (DESHE), the Steinhardt Museum of Natural History, Tel Aviv University
2 Triangle Research and Development Center
* amdurliron@gmail.com

box elder (*Acer negundo*). In environments where the symbiotic fungus *Fusarium euwallaceae* establishes rapidly, the PSHB population proliferates at an alarming rate. Even ornamental tree species not suitable for the beetle's reproduction, such as the silverleaf poplar (*Populus alba*), were severely damaged due to injury inflicted by pathogenic fungi; these fungi are inadvertently introduced by the beetles to potential host trees. While the PSHB create wounds in the process of 'testing' potential host trees they inoculate them with their symbiotic fungi.

As natural enemies or mass trapping methods proved ineffective in managing the beetle population, our focus shifted towards utilizing synthetic pesticides as a potential solution. We concentrated our efforts predominantly on two tree species renowned for their forestry and scenic significance: oaks and sycamores. We conducted two concurrent detailed experimental trials, one in the Hebrew University Botanical Garden in Givat Ram, Jerusalem, and another in gardens and backyard trees in Shekhania, a community settlement in the Western Galilee region. We also briefly outline two other experimental setups in this article. These were carried out in a botanical garden in Agamon HaHula, located in the KKL-JNF Nature and Ornithology Park in the central Hula Valley, and in a park in the town of Modi'in Maccabim-Reut, in the central Judean Hills. At all four locations, severe damage inflicted by the PSHB was notably evident, emphasizing the suitability of the study sites for experiments and the urgent need for effective management strategies.

In all four study systems, the systemic insecticide injected was a formulation containing the active ingredient Emamectin Benzoate. In the initial experimental trial, a systemic fungicide preparation, Thiabendazole, was also injected into the treated trees. In the subsequent experimental systems, a formulation from the pyrethroid group, consisting of Bifenthrin and Lambda Cyhalothrin, respectively was applied via spraying.

However, it became evident that a single application was insufficient to effectively prevent damage, as evidenced by the accumulation of additional lesions and the delayed recovery of the trees.

From this observation and insights gleaned from previous studies in Israel and California, several significant points emerged. (1) Monitoring the beetle population is crucial to enable early intervention, emphasizing the importance of proactive measures at the initial stages of population growth. (2) There is a pressing need to broaden the exploration of formulations based on entomopathogenic fungi as a sustainable and environmentally friendly approach to combat the beetle infestation. (3) Considering the susceptibility of certain tree species to PSHB, future planting efforts should prioritize species that are less vulnerable to infestation, thus mitigating the impact of the beetle on ornamental and forest landscapes.

■ Analysis of visitor preferences among individuals aged 65 and over in KKL-JNF forest recreation areas

Eran Ketter¹, Yaara Spiegel², Noga Collins-Kreiner^{2*}

The global population is aging, and by 2050, the number of people over the age of 65 is expected to double, reaching approximately 1.5 billion. This dramatic growth in the elderly population affects various aspects of life, including leisure, recreation, and tourism. The study examines the attitudes and preferences of older visitors (Israeli residents aged 65 and over) regarding leisure activities in forest recreation areas. The aging of the population in both the world and Israel, along with the importance of forests for the quality of life of older adults, calls for thoughtful planning of these sites and the services they offer. The aim of the study is to improve the design, services, and overall experience that forest recreation areas provide for this population. A visitor survey was conducted with 446 respondents aged 65 and over. The findings highlighted the

1 Department of Tourism and Hotel Management, Kinneret Academic College

2 School of Environmental Sciences, University of Haifa

* nogack@geo.haifa.ac.il

English Abstracts

■ Date palm survey in the Negev and Arava

Roy Galili^{1*}, Ariel Meroz², Yuval Cohen³,
Guy Bar-Oz¹

Date palms are a key species in desert ecology. The common date palm (*Phoenix dactylifera*) is a hydrophilic plant that evolved in naturally humid environments within desert regions. Date palms clusters (Dikliya) that develop in a family structure around an ancestral parent create microenvironmental conditions and provide essential ecosystem services, such as shade and shelter for various flora and fauna. The salinity tolerance of date palms in soil and water, the unique family structure of the palm clusters, and their developmental processes through both sexual and vegetative reproduction contribute to the high survival capability of date populations. We conducted an assessment of the composition of date palm populations in the Negev and Arava, surveying hundreds of individual trees, as well as small and large clusters. The location of the palm trees is associated with springs and desert oases along ancient roads crossing the desert, suggesting their ancestral cultivation. Extant populations of date palms growing in the Negev and Arava regions are restricted to a limited number of habitats and are characterized by significant variability: stable populations of date palms continue to exist in the central Negev, while the condition of many date palm clusters in the Arava is deteriorating, primarily due to declines in groundwater levels, salinization, and industrial pollution that have brought many to

the brink of extinction. These threats, along with the impacts of climate change, are common to extensive areas of the southern Levant and compromise the existence of natural springs and the remnants of date palm populations, as well as their associated flora and fauna. The findings reflect immediate and significant risks to date palm populations due to soil and water contamination in widespread areas, particularly near mining, industrial zones, and agricultural areas.

■ Management of the polyphagous shot hole borer beetle *Euwallacea fornicatus* and its symbiotic fungi in ornamental and forest trees in Israel

Zvi Mendel^{1*}, Stanley Freeman¹, Ilan Nazarian², Anat Edelman³, Nitsan Birenbaum³, Eli Beker⁴, Paul Benjamin⁵, Omer Golan², Shahar Samra⁶, Daniel Bensimon⁷, Maor Elron⁸, Dana Ment^{1**}

The polyphagous shot hole borer (PSHB), *Ewallacea fornicatus*, first discovered in Israel in 2009, has become a significant threat to various ornamental and forest tree species. Among the trees vulnerable to this ambrosia beetle and its associated fungi are sycamores (*Platanus orientalis* and *P. occidentalis*), oaks (*Quercus pedunculiflora* and *Q. robur*), and

1 School of Archaeology and Maritime Cultures, University of Haifa

2 Dead Sea-Arava Science Center, Mizpe Ramon

3 Institute of Plant Sciences, ARO, Volcani Center

* roy.galili@gmail.com

1 Plant Protection Institute, ARO, Volcani Center

2 Cod-Ilan LTD, Tel Aviv

3 Forestry Department, KKL-JNF, Eshtaol

4 Jerusalem Botanical Gardens, Jerusalem

5 Bahá'í World Center, Haifa and Akko gardens

6 Plant Protection and Inspection Services, Israel Ministry of Agriculture and Rural Development

7 Extension Service, Israel Ministry of Agriculture and Rural Development

8 KKL-JNF Central Region

* zmendel@volcani.agri.gov.il

** Danam@volcani.agri.gov.il



FOREST

Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 28 | June 2025

Editor:

Dr. Anat Madmony

Editorial Council:

Dr. Anat Madmony

Dr. Gilad Ostrovsky

Dr. Shani Rohatyn-Blitz

Editorial Board:

Dr. Oded Cohen

Dr. Rakefet David-Schwartz

Dr. Niv De-Malach

Aviv Eisenband

Avigail Heller

Asaf Karavani

Dr. Tamir Klein

Dr. Idan Kopler

Dr. Doron Markel

Prof. Zvi Mendel

Adi Noy Ivanir

Dr. Daniel E. Orenstein

Dr. Yagil Osem

Dr. Gilad Ostrovsky

Dr. Yakir Preisler

Uri Ramon

Dr. Shani Rohatyn-Blitz

Dr. Hila Segre

Prof. Efrat Sheffer

Dr. Orit Skutelsky

Dr. Michael Sprintsin

Prof. Dan Yakir

Copy and Substantive Editing:

Inbar Kimchi-Angert

English Text Editing:

Dr. Esther Lachman

Design and Graphics:

Orit Yeshayahu

Address:

"Yaar" Magazine

KKL-JNF

jaar.magazine@kkl.org.il

Publisher

Keren Kayemeth Lelsrael

Jewish National Fund

Land Development Authority

Chief Scientist

Publication Unit, Public Affairs

© Copyright

ISSN

2957-7403 (print)

2957-739X (internet)

Forest Journal Online access:

www.kkl.org.il/forest-online-journal

KKL-JNF

www.kkl.org.il

For more information

1-800-350-550

Front cover:

Nahal Gahar, Ramot Menashe Park

Photo: Roy Timor



TABLE OF CONTENTS

On the Opening Page

3

Ifat Ovadia-Luski

Editorial

4

Gilad Ostrovsky

■ Responses

In response to a talk with Avi Perevolotsky

6

Niv De-Malach

■ Original Articles

Date palm survey in the Negev and Arava

8

Roy Galili, Ariel Meroz, Yuval Cohen,
Guy Bar-Oz

Management of the polyphagous shot hole borer beetle *Euwallacea fornicatus* and its symbiotic fungi in ornamental and forest trees in Israel

20

Zvi Mendel, Stanley Freeman, Ilan Nazarian,
Anat Edelman, Nitsan Birenbaum, Eli Beker,
Paul Benjamin, Omer Golan, Shahrar Samra,
Daniel Bensimon, Maor Elron, Dana Ment

Analysis of visitor preferences among individuals aged 65 and over in KKL-JNF forest recreation areas

29

Eran Ketter, Yaara Spiegel,
Noga Collins-Kreiner

Using the UN's "Sustainable Development Goals" as an applied tool for evaluating recreational initiatives in KKL-JNF forests

37

Noga Lachman-Barak, Yael Ram,
Noga Collins-Kreiner

■ Short articles

Estimating sustainability aspects and the impact of agrivoltaic systems on open spaces in fields and orchards compared to greenhouses

46

Liron Amdur, Ibrahim Yehia

■ From the Field

The Lebanese front in the Swords of Iron War and its effect on the forests in Northern Israel

51

Tzlil Didner

■ In Short

The long road to the shade – trees as cooling and shade infrastructure in Israeli cities

53

Noam Barlevi

■ Talking with...

Like a native plant – a talk with Mimi Ron

56

Gilad Ostrovsky

■ A Forest of Books

A Wild Treasure: Collected Essays on Wilderness. Editor and Translator: Mor Kadishzon

62

Gilad Ostrovsky

■ Know Your Trees

The Sheikh Abdullah oak

64

Idan Kopler and Ezra Barnea

■ English Abstracts

III



FOREST

Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 28 | June 2025

