



כתב-עת  
לניהול יערות  
ושטחים פתוחים

# יער

גיליון 23 | דצמבר 2022 | תשפ"ג



## תוכן עניינים

49	הדברים הקטנים שעושים את ההבדל – נגישות לכול ביערות בלה נודלמן	3	בפתח הגיליון אברהם דובדבני
52	חידוש חורשת קק"ל, קריית שמונה עופרי חותה-ציטלין	4	מאמר המערכת גלעד אוסטרובסקי
<b>מאמרים</b>			
54	נפגשים ביער: קהילה, סקר עצים ותהליך ריפוי יהל פורת, ארוא אגבריה, אמנון פקר	5	יקרונות כאיום על עצי יער ונוי בישראל: תמונת מצב והיערכות צביקה מנדל, שחר סמרה, משה (מוקי) נגרי, כרמית סופר ארד, דניאל בן סימון, עומר גולן, מאור אלרון, דנה מנט, רונן שפיר, עידן קופלר
57	מערת זווית – ערך טבע ייחודי ביער קק"ל עומרי שליו, וליד סעיד, פנינה לבנון, שלי בן ישי	14	שרפת יער נצרת-דבוריה: חישה מרחוק להערכת חומרת שרפה, שימוש ותובנות עידית טיקוצקי, נעם לוין, אלי ארגמן
<b>יער של ספרים</b>			
59	Sustainability – A Cultural History גלעד אוסטרובסקי	24	מכלאות כבשים בדואיות ביערות קק"ל באזור מודיעין כבסיס ללימוד מכלאות קדומות בנגב ובסיני מרדכי היימן
<b>אז והיום</b>			
61	מחצבת שדה משה ביער שחריה גיל סיאקי	31	מאמרי סקירה אקלום והשבחת עצים – כלים יישומיים בהיערכות לשינוי האקלים אביב אייזנבנד, חגי יבלוביץ'
<b>עצים ששווה להכיר</b>			
63	אלוני התולע בישראל – שגרירי האזורים ההרריים עידן קופלר, עזרא ברנע	39	מאמרי דעה תכנון והקמת בוסתנים רב תכליתיים כחלק מהתמודדות עם שינוי האקלים – מחשבות לעתיד נעה עיני שריקי
<b>שיחה עם</b>			
66	פתיחת היער לקהל והנגשתו – כברת דרך בשלושים שנה: שיחה עם יחיאל כהן גלעד אוסטרובסקי, עדי נוי איוניר	43	קצרצרים קהילת מנטרי הפרפרים באגמון החולה שמעונה סבג-דרעי, נעמי מרגלית, לירז כברה-לייקין, טל מלוכנא, ישראל פאר
69	בוסתנים ורעייה בשטחי היער: שיחה עם סוהיל זיידן גלעד אוסטרובסקי	47	
111	תקצירים באנגלית		



# יער

כתב-עת  
לניהול יערות  
ושטחים פתוחים

גיליון 23 | דצמבר 2022 | תשפ"ג

עורכת:

ד"ר ענת מדמוני

ועדת העורכים:

ד"ר גלעד אוסטרובסקי

ד"ר ענת מדמוני

ד"ר שני רוהטין

חברי המערכת:

ד"ר גלעד אוסטרובסקי

ד"ר דניאל אורנשטיין

ד"ר יגיל אסם

ד"ר עמרי בונה

פרופ' מני בן-חור

ד"ר ארז ברקאי

ד"ר רקפת דוד-שורץ

אביגיל הלר

פרופ' דן יקר

פרופ' צביקה מנדל

ד"ר דורון מרקל

עדי נוי איוניר

ד"ר מיכאל ספרינצין

ד"ר אורית סקוטלסקי

ד"ר עידן קופלר

ד"ר תמיר קליין

אסף קרואני

ד"ר שני רוהטין

פרופ' יוסי ריוב

אורי רמון

ד"ר אפרת שפר

עריכת לשון ותוכן:

ענבר קמחי-אנגרט

תרגום לאנגלית:

ד"ר אסתר לחמן

עיצוב גרפי:

אורית ישעיהו

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

Yaar.magazine@kkl.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](http://www.kkl.org.il/forest-online-journal)

אתר קק"ל באינטרנט

[www.kkl.org.il](http://www.kkl.org.il)

לפרטים ולהרשמה לאירועים ביערות ובאתרי קק"ל:

קו ליער: 1-800-350-550

תמונת הכריכה:

עמק המעיינות, פארק איילון-קנדה, מרץ 2022

צילום: אמיר הרמס



## לקוראי יער שלום,

אחרת. נכון שגם החקלאות המפותחת של ישראל "עושה לנו את זה", אבל גם בזה יש לקק"ל תרומה צנועה...

בגיליון האחרון של "יער" הרחבנו את היריעה בעניין תרומתו של היער לאיכות הסביבה ולמאבק במשבר האקלים, שקק"ל החלה להעמיק את עיסוקה בו. אנו מקווים שגם בעניין זה תהיה לקק"ל תרומה משמעותית במציאות החיים שלנו בעתיד.


הפעם, בגיליון הנוכחי, מעבר ל"דברים הגדולים" שלעיל, נתרשם ממגוון סוגי התועלת המעשית שיש ליער בחיינו. ורק ברמז: דבש, טבע, חי ועוד.

אני מבקש להודות לכל השותפים בעריכת הביטאון המקצועי החשוב הזה. המשיכו להפרות את המחשבה והיצירה. עלו והצליחו.

בתפילה ובתקווה לחורף עתיר גשמים ולחיזוק יערות ישראל,

כשאנחנו חושבים או מדברים על "יער", אנחנו משתמשים במושגים של: "נוף יפה", "אתר קריר ומוצל", "מקום בילוי ונופש", "מפגש משפחתי או קהילתי" וכיו"ב. כל אלה תואמים את התייחסותנו האינסטינקטיבית ליערות ארצנו.

אני מבקש להצביע על מספר היבטים נוספים של הייעור בישראל. ראשית, במבט-על היסטורי: אין ספק שמפעל הייעור שהנחילו לנו האבות המייסדים של קק"ל מתחילת ימי הציונות, שינה את פני ארץ ישראל בצורה דרמטית. שינוי זה בולט במיוחד למקרא תיאורו של הסופר מארק טוויין בספרו "מסע תענוגות לארץ הקודש" בעקבות ביקורו בארץ ישראל במחצית השנייה של המאה ה-19, לפני ההתיישבות הציונית. אצטט בקצרה: "הגבעות קירחות, צבען דהוי, וצורתן רחוקה מלשובב את העין. העמקים הם מדבריות מכוערים המעוטרים בשוליהם בצמחייה דלה שפניה כמו אומרות יגון וייאוש", וכן: "אומנם ראינו מים, אבל בכל מרחב השממה סביבנו לא היה אפילו קמצוץ צל, ונצלינו קשות בשמש היוקדת", ועוד ועוד. כשנוסעים במרחבי ישראל ונהנים מיערות קק"ל, אפשר לחשוב שהוא מתאר ארץ

  
אברהם דובדבני (דובדב)  
יו"ר קק"ל

## משולחנו של מנהל אגף הייעור

רחבת ידיים שהיא נכס של ממש לתושבי קריית שמונה והאזור: מרחב פתוח איכותי עם בתי גידול לחים ומים זורמים בצמידות לעיר; עוד בתחום קליטת הקהל, בלה נודלמן מרחיבה על תחום הנגישות ביער ועל ההיבטים החברתיים, התכנוניים והפיזיים שלו. כל אלה מזכירים לנו יסוד חשוב מאין כמוהו: היערות פתוחים לכול, ללא תשלום וללא הגבלת זמן. זהו נכס ציבורי שלא יסולא בפז.

וכמו תמיד, הגיליון כולל היבטים שונים בניהול היער, על ההיערכות המתמדת ועל ההתקדמות הטכנולוגית שעלינו לעשות כל הזמן. עידית טיקוצקי וחבריה בחנו ביער מורדות נצרת שיטות שונות של עיבוד תמונה מחישה מרחוק להערכת מצבו של היער וחומרת השרפה בו; מאמרו של צביקה מנדל חושף אותנו לאיום המתגבר של היקרוניות ולמהלכים המקודמים לטיפול בהן. אביב אייזנבנד סוקר את פעילות קק"ל בתחום האקלים וההשבחה; באותו נושא, ניצן שגב מצביעה על פוטנציאל הפולשנות של הינבוט הלבן וקוראת להפסיק את השימוש בינבוטים בנטיעות. נעה עיני שריקי מציעה לראות בשטחי הבוסתנים והמטעים ביערות שימוש רב תכליתי חברתי, סביבתי וכלכלי, מאחר שהם יכולים לתפקד כאזורי חיץ מאש וכפיתרון מבוסס טבע' לוויסות זרימות באירועי גשם חזקים ולמניעת סחף קרקע וכן לספק שירותי פנאי ונופש באותה העת. עוד בגיליון מאמר מעניין של מרדכי היימן על מכלאות הכבשים של הבדואים בשטחי היער והניסיון ללמוד מהן על מכלאות קדומות בנגב ובסיני.

קריאה נעימה,



גלעד אוסטרובסקי

היערן הראשי ומנהל אגף הייעור

בשעת כתיבת שורות אלה, ראשית נובמבר 2022, אנחנו עומדים בסימן ימים סוערים של מערכת בחירות בזירה הלאומית ואיתותים מתגברים על השלכותיו של שינוי האקלים ברמה העולמית. אומות העולם מתכנסות בימים אלה בשארם א-שייח' לוועידת האקלים של האו"ם, וסוד גלוי הוא שרבות מן ההתחייבויות שהוחלט עליהן בעבר לא יושמו. בלב רבים גוברת התחושה שהמערכת הפוליטית לא מצליחה ליצור חזון חדש שיתמודד כראוי עם האתגר העצום שמציב לפנינו משבר האקלים. גם אנחנו, נציגי היער, נהיה בשארם, נביא איתנו השראה יערנית, וננסה להשפיע על סדר היום העולמי והמקומי, ולו במעט.

נביא באמתחתנו רשימה ארוכה של סוגי תועלת שהיער צופן בחובו, ובייחוד נוכח שינוי האקלים, מה שמכונה כפי כול "שירותי המערכת האקולוגית". ואכן, הגיליון הנוכחי מביא מעט מן המגוון הזה בפניכם. שילוב של שירותי ויסות ושירותי תרבות, שכל אחד מהם הוא עולם ומלואו. בשנים האחרונות אנו מגדילים את מערך הסקרים תוך הרחבת המבט על היער ואוצרותיו, ובכל פעם נגלים לנו אוצרות חדשים שאנחנו שמחים להכירם ולתת להם תשומת לב ניהולית.

עמרי שליו פותח צוהר לעולם המערות על חשיבותן הגאולוגית ועל תפקידן בשימור אוכלוסיית העטלפים. שמעונה סבג-דרעי כותבת על קהילת מנטרי הפרפרים באגמון החולה ובתוך כך על חשיבותם של הפרפרים כביו-אינדיקטורים; יהל פורת משתף אותנו בפעילות קהילתית בוואדי ערה בהשתתפות יהודים וערבים במטרה משותפת לשמור על היער תוך קבלת כלים להתפתחות אישית וקבוצתית; עפרי חותה-ציטלין מספרת על חורשה עירונית



# יקרוניות כאיום על עצי יער ונוי בישראל: תמונת מצב והיערכות

צביקה מנדל<sup>1\*</sup> | שחר סמרה<sup>2</sup> | משה (מוקי) נגרי<sup>3</sup> | כרמית סופר ארד<sup>4</sup>  
דניאל בן סימון<sup>4</sup> | עומר גולן<sup>5</sup> | מאור אלרון<sup>5</sup> | דנה מנט<sup>1</sup> | רונן שפיר<sup>3</sup> | עידן קופלר<sup>3,6</sup>

- 1 המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני
- 2 אגף אבחון מזיקים, השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- 3 מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה
- 4 שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- 5 המדור לבריאות היער, אגף הייעור, קק"ל
- 6 מיגל – מכון למחקר מדעי יישומי
- \* zmendel@volcani.agri.gov.il

## תקציר

ביקרוניות, תוך שימת דגש על חומרים ידידותיים לסביבה;  
ב. שימוש בחיישנים לגילוי האכלוס של זחלי היקרוניות;  
ג. הפעלת אמצעי ניטור להימצאות היקרוניות האסייניות  
ויקרונית האורן מהמין *Monochamus galloprovincialis*  
בישראל.

יקרוניות הופכות למזיקים קשים בדרך כלל במפגש עם מיני עצים שמתאימים להתפתחותן, שאין להם מערכות הגנה מתאימות כנגד המזיק, ושסובלים מחולשה פיזיולוגית. בישראל מוקרים כ-130 מיני יקרוניות, ורק מיעוטם הם מזיקים קשים לעצים חיוניים. במסגרת זו אנו סוקרים כמה מיני יקרוניות מקומיים שהפכו למזיקים, מיני יקרוניות פולשים הנחשבים אלימים בישראל, וכן מציינים את הפוטנציאל של שני מיני יקרוניות אסייניות מהסוג *Anaplophora* שעלולים לחדור בעתיד הקרוב לישראל מצפון ולהפוך למזיקים קשים. ההשפעות הישירות והעקיפות של שינוי האקלים על ההתגברות הצפויה של נזקי היקרוניות מוצגות בקצרה. היערכות שנקטנו לקראת ההתמודדות עם החמרת הנזקים שגורמות היקרוניות כוללת שלושה תחומים: א. בחינת תכשירי הדברה ושימוש בהם למניעת אכלוס העצים

### מילות מפתח

חיישן, מינים פולשים, ממשק הדברה, ניטור, שינוי אקלים

## מבוא

באזורים קרים יותר (Haack et al., 2017). הבוגרים של רוב המינים המוכרים בארץ מעופפים בשעות הערב המאוחרות, ופעילותם העונתית מוכתבת מהטמפרטורה בשעות הערב. בשל כך, רוב המינים מתרבים בעונה החמה בלבד. היות שהחשיבות של הקבוצה לרוב גידולים החקלאיים נמוכה מאוד, תשומת הלב המדעית שניתנה לקבוצה זו הייתה מועטה.

## מיני יקרוניות מקומיים מזיקים

בארץ מספר מיני יקרוניות מקומיים הנחשבים מזיקים. יקרונית השקד (*Cerambyx dux*) היא מין בעל חשיבות כלכלית גדולה, ובשל זאת היא נחקרה היטב במהלך השנים (Jolles, 1932; Saliba, 1974, 1977; Sharaf, 2010). יקרונית השקד נפוצה במזרח הים התיכון ובדרום-מזרח אירופה. היא מתפתחת במיני משפחת הוורדניים ותוקפת עצים תרבותיים בריאים ומוחלשים כאחד, בחקלאות ובנוי (לא בטבע) בבתי גידול קרירים יחסית. אורך הבוגרים 25–40 מ"מ, וצבעם חום כהה עד שחור. הבוגרים פעילים ביום, מגיחים מהגלמים בסוף הקיץ ובתחילת הסתיו, אך נשארים בעץ בתרדמת חורף עד האביב. הביצים מוטלות בסדקים בקליפה. שלוש דרגות הזחל הצעירות מתפתחות בסות, ואילו המאוחרות יותר חודרות לעצה ומתפתחות בתוכה. משך ההתפתחות נמשך כשנה עד שנתיים. בארץ היא פעילה במרכז ובצפון, ומעדיפה בתי גידול המאופיינים בחורף קר, כלומר את אזור ההר. בדרום אירופה ובאזורים הגבוהים היא פוגעת בעיקר בגרעיניים, אך בישראל הפגיעה השכיחה היא בגלעיניים – ומכאן שמה בעברית. הבוגרים מגיחים עם מערכת מין בשלה (pro-ovigenic), וההזדווגות וההטלה עשויות להתרחש כבר ביום הגיחה. נזק קשה במיוחד נגרם בישראל בעשרים השנים האחרונות למטעי דובדבן. בבתי גידול טבעיים בישראל היא מתפתחת רק בעצים חלשים מאוד, ובעיקר בעצי שקד (*Prunus amygdalus*) ובעוזררים (*Crataegus*).

שאר המינים המקומיים המוזכרים במאמר זה פוגעים בעצים במצבים של חולשה. יקרונית האלון (*Cerambyx cerdo*) מוכרת במרכז אירופה ובאזורים הגבוהים באגן הים התיכון. היא מאכלסת עצים חלשים ממשפחות שונות (Duffy, 1953; Bense, 1995; Hoskovec and Rejzek, 2014). בישראל היא מתפתחת במיני אלון מקומיים כאשר הם חלשים מאוד. מיני אלון שאינם מקומיים, כמו אלון אנגלי (*Quercus robur*) או אלון ארץ-עוקצים (*Quercus pedunculiflora*) הנטועים בגולן או בגליל, עלולים להיפגע גם כאשר הם חיוניים. גם יקרונית זו מגיחה עם מערכת מין בשלה.

משפחת היקרוניות היא מהגדולות בסדרת החרקים. היא כוללת יותר מ-36,000 מינים, ונוכחת ברוב בתי הגידול היבשתיים (Monné et al., 2017). הזחלים של רבים ממיני היקרוניות מתפתחים בגזעים, בענפים ובשורשים של עצים מתים או של עצים במצב פיזיולוגי קשה, ועל כן יש להם מעורבות רבה וחיונית במחזור העצה בטבע. כמאתיים מבין מיני היקרונית נחשבים מזיקי עצים ביער, בנוי ובחקלאות. מין יקרונית הופך מזיק, כשעמידותו של עץ המתאים לאכלוס מתדרדרת. בבתי גידול חקלאיים או בעצי נוי מצב זה נוצר בעיקר בשל פגיעה בבריאות העץ עקב ממשק לקוי, פגיעה פיזית או פגיעה של פתוגנים במערכת השורשים, ולעיתים בשל השבחה גנטית שהקטינה את עמידות העצים. ביער פעילות היקרוניות הופכת אגרסיבית בעקבות תקופות יובש ארוכות. מיני יקרוניות הופכים למזיקים קשים בדרך כלל במפגש עם מיני עצים שמתאימים להתפתחות היקרוניות, ושאינו להם מערכות הגנה מתאימות להתמודדות עימן.

מנגנוני העמידות של עצים כנגד יקרוניות אינם מוכרים היטב. מערכות עמידות כוללות את העמידות הקבועה המתבססת על רעלנים (תוצרים משניים של העץ), ואת העמידות המושרית המתבטאת בהפרשת גומי מעצים רחבי-עלים או בהפרשת שרף מעצי מחט כתגובה לניסיונות החדירה של היקרונית. האלימות במקרים רבים היא תוצאה של "מפגש חדש" בין מין יקרונית זר עם מין עץ מקומי, ולעיתים מפגש של מין עץ זר עם מין יקרונית מקומי. אחת מתוצאות המשנה של הסחר העולמי במוצרי עץ היא מעבר של מיני יקרונית לבתי גידול חדשים, שמחולל פגיעה קשה בשורה של מיני עצים בבתי גידול אלה. הנזקים נאמדים במיליארדי דולרים (Haack et al., 2010).

בישראל מוכרים כ-130 מיני יקרוניות, וכצפוי, רק מיעוטם הם מזיקים קשים לעצים חיוניים. כעשרה ממיני היקרוניות בישראל הם פולשים. חשוב לציין כי למיני יקרוניות הנוברים בעץ אין אויבים טבעיים יעילים בעולם, ואי לכך, עמידות העץ היא המפתח להבנת מידת אלימותו.

כמו נוברי עצה אחרים, גם ליקרוניות משך התפתחות ארוך. מיני יקרונית שזחליהם ניזונים מסות של עצים "חלשים" (כלומר מאזור הקליפה החיה הכולל את רקמות השיפה, הקמביום ורקמות העצה של השנה האחרונה – רקמות בעלות ערך תזונתי גבוה), מתפתחים מהר יחסית (2–3 דורות בשנה בתנאי האקלים בישראל), אך יש מינים מעטים מסוג זה. אצל רוב מיני היקרונית הזחלים מתפתחים באיטיות בעצה או בעיקר בעצה, שהערך התזונתי שלה נמוך. ההתפתחות נמשכת שנה או יותר בתנאי הארץ, ומספר שנים

יקרונות הפרחים (*Chlorophorus varius*) קטנה יחסית למיני יקרונות אחרים. אורך הבוגר 8–15 מ"מ, והוא בעל דגם פסים שחורים וצהובים המדמים אותו לצרעה. יקרונות זו נפוצה באירופה, במרכז אסיה ובאגן הים התיכון. בישראל היא שכיחה במרכז הארץ ובצפונה. יקרונות הפרחים מתפתחת על מגוון רחב של מיני צמחים מעוצים רחבי-עלים, כדוגמת גפן (*Vitis spp.*), מנגו (*Mangifera indica*), הדורים (*Citrus spp.*) ומיני ורדניים. הזחלים מתפתחים בגזע ובענפים, והתפתחותם נמשכת כשנה. הבוגרים מעופפים באביב ובראשית הקיץ, וניזונים מפרחים. כמזיק, יקרונות הפרחים פוגעת בעיקר בגפנים (El-Minshawy, 1976).

מין מקומי נוסף הוא *Niphona picticornis*. מין זה מתפתח בענפים שהתייבשו במיני עצים שונים. הוא גרם בישראל לנזק קשה בעצי מנגו בעקבות ממשק הכרוך בגיזום שדרה. שפע חומר הגיזום מעודד את התעצמות האוכלוסייה, ופצעי הגיזום הם נקודות תורפה המאפשרות התפתחות זחלים בענפים (בן עמי וסופר ארד, 2020).

שני מיני יקרונות פולשים בעייתיים אחרים הם נובר האיקליפטוס המנוקד (*Phoracantha semipunctata*), להלן הנובר המנוקד) ונובר האיקליפטוס הזהוב (*Phoracantha recurve*, להלן הנובר הזהוב). הסוג *Phoracantha* נמנה על שבט ה-Phoracanthini, ושני המינים שהתבססו בישראל הם הנפוצים והמוכרים ביותר בקרב שבט זה באוסטרליה ובסביבתה. מיני הסוג *Phoracantha* נפוצים באופן טבעי ביבשת אוסטרליה ובכפואה גינאה החדשה. במהלך המאה ה-20 התפשטו ברחבי העולם שני המינים, והם מצויים למעשה בכל היבשות המיושבות. הם הגיעו לדרום אפריקה יחדיו בתחילת המאה

יקרונות הדולב (*Rhaesus serricollis*) היא מין פוליפאגי הנפוץ במזרח התיכון (Avgin et al., 2015). מין זה תוקף בישראל עצי דולב (*Platanus spp.*) ואלון (Sama et al., 2010). מדובר ביקרונות גדולה, אורך הבוגרים 30–60 מ"מ. גם מין זה מנצל חולשה. הזחלים מתפתחים בגזעי עצי דולב שנחלשו, גם באופן זמני. להתפתחותם בעומק העצה אין בדרך כלל השפעה רבה על חיוניות העץ, אך נבירתם מחלישה את חוזקו הפיזי של הגזע וגורמת לניוון העצים.

מין מקומי נוסף הוא *Niphona picticornis*. מין זה מתפתח בענפים שהתייבשו במיני עצים שונים. הוא גרם בישראל לנזק קשה בעצי מנגו בעקבות ממשק הכרוך בגיזום שדרה. שפע חומר הגיזום מעודד את התעצמות האוכלוסייה, ופצעי הגיזום הם נקודות תורפה המאפשרות התפתחות זחלים בענפים (בן עמי וסופר ארד, 2020).

### מיני יקרונות פולשים מזיקים שהתאקלמו בישראל

נתייחס לחמישה מבין מיני היקרונות שפלטו לישראל. החשוב שבהם הוא נובר התאנה (*Batocera rufomaculata*) (איור 1), היקרונות הפולשת האלימה ביותר שהתבססה בישראל ומאיימת על קיום עצי התאנה (*Ficus carica*) בישראל (בן יהודה ושות', 2000; Peretz and Avigdorov, 1956). אזור המוצא של נובר התאנה משתרע מתת-היבשת ההודית ועד מלזיה (Hill, 2008). יקרונות זו מתאפיינת בטווח פונדקאים גדול, הכולל יותר מ-50 מיני עצים ממשפחות שונות. הבוגרים חיים כשמונה חודשים (Beeson and Bhatia, 1939), וניזונים בעיקר מפטוטרת העלים. בבתי הגידול הטבעיים שלו ההטלה מתרחשת בעצים מבוגרים, חולים ומתייבשים, והזחלים מחישים למעשה את מותו של העץ. בתת-היבשת ההודית הנובר מוכר כמזיק הפוגע קשות בעצי מנגו ותות (*Morus spp.*) מבוגרים (Nair, 2007; Ahmed et al., 2013). הנובר התגלה לראשונה בישראל בראשית שנות ה-50 של המאה ה-20 (Bytinski-



איור 1

#### נובר התאנה (נקבה)

אורך הפרט כ-8 ס"מ. צילום: אלכסיי פרוטסוב.



מין אמריקאי שפלש לאזור הים התיכון ולדרום-מזרח אסיה, והיא פתוגן אלים למיני אורן שונים. מבין מיני האורן בישראל רגישים לה אורן הצנובר (*Pinus pinea*) ואורן החוף (*Pinus pinaster*).

## מיני יקרוניות אלימים שעלולים לפלוש לישראל בעתיד הקרוב

שניים מבין מיני היקרוניות המזיקים הקשים בעולם הם היקרונית האסיינית (*Anoplophora glabripennis*) (איור 2) ויקרונית ההדר הסינית (*Anoplophora chinensis*) (איור 2). מוצא שני המינים בסין. הם תוקפים מינים רבים של עצי יער, עצי נוי ועצי פרי. הם דומים מאוד, צבעם שחור מבריק עם נקודות לבנות המפוזרות על כנפי החפייה, אורכם כ-17–40 מ"מ. היקרונית האסיינית התגלתה לראשונה כמין פולש בארה"ב ב-1996 (Haack et al., 1997). היא תוקפת מינים רחבי-עלים שונים, וגרמה עד כה נזקים עצומים בצפון אמריקה, בעיקר במדינות ניו יורק ואילינוי. ההערכה היא שמין זה לבדו עלול להשמיד 30% מעצי הנוי בארה"ב, והנזק הפוטנציאלי מוערך בכ-670 מיליארד דולר (Nowak et al., 2001). בין השנים 1998 ל-2006 השקיעה ארה"ב כ-250 מיליון דולר במבצעי הכחדה של יקרונית זו (Smith et al., 2009). הנזק הישיר עד 2014 בארה"ב נאמד בחצי מיליארד דולר. היקרונית האסיינית התגלתה לראשונה באירופה בשנת 2001 באוסטריה. עדויות גנטיות מרמזות לכך שמדובר במספר אירועי חדירה (Javal et al., 2019). יקרונית ההדר הסינית נמצאה לראשונה באיטליה ב-2001 (Hérard et al., 2006). יקרונית ההדר נחשבת לאחד המזיקים הקשים של



איור 2

### יקרונית ההדר הסינית

נקבה על גזע עץ דולב באיטליה. אורך הפרט כ-3 ס"מ.  
צילום: Matteo Maspero.

ה-20 בקורות לאדני מסילות רכבת (Drinkwater, 1975). הנובר המנוקד פלש לישראל במהלך מלחמת העולם השנייה, ככל הנראה עת הובאו מדרום אפריקה גזעי איקליפטוס ששימשו את חיל המשלוח האוסטרלי בפלשתינה-א"י (Bytinski-Salz and Neumark, 1952). ואכן, הגילוי הראשון שלו באגן הים התיכון היה באזור נמל חיפה. הנובר הזהוב התפשט מדרום אפריקה צפונה, והתגלה בישראל לראשונה רק בשנת 2001, בנחל תבור (Friedman et al., 2008). אורכם של הבוגרים נע בין 13 ל-24 מ"מ, והנקבות גדולות מהזכרים בכ-10% (Hanks et al., 1998). כרבים ממיני היקרוניות, שני המינים מעופפים בשעות הלילה, ופעילותם מגיעה לשיאה כשעה לאחר השקיעה. הם תוקפים עצי איקליפטוס חלשים, כמו פרטים שנפגעו באופן קשה בשרפה, ענפים שנשברו, או עצים שנכרתו לא מכבר. הם מתפתחים במהירות יחסית בקצב של 2–3 דורות בשנה, ככל הנראה כפועל יוצא של התפתחות על רקמת הסות החיה בלבד, כשחדירת הזחלים לעצה נעשית לצורך התגלמות. בעשור האחרון גדלה פגיעתם בשל שינוי האקלים (Seaton et al., 2015). האקולוגיה של שני המינים בישראל נחקרה בישראל זה לפני כעשור (גולן, 2012).

מין פולש אחר הגורם לנזקים היא יקרונית השיטה (*Xystrocer globose*), שמוצאה באזורים הטרופיים באסיה. היא פלשה באמצעות סחר בעץ למקומות שונים בעולם, והתגלתה בישראל בשנת 1995 (Sama, 1996). בשל שכיחותה ונזקה, יקרונית השיטה היוותה מטרה למחקר נמרץ ביפן (Matsumoto et al. 1996, 2000). היא מתפתחת על מיני עצים ממשפחת הקטניות, ומאכלסת עצים חלשים מאוד. אלביציה וורודה (*Albizia julibrissin*) רגישה במיוחד, וגם עצים במצב פיזיולוגי סביר עלולים להיתקף (Khan, 1996). בישראל היקרונית תוקפת עצי אלביציה במצב של חולשה ומנוונת אותם.

מין פולש נוסף הוא יקרונית האורן הגלית (*Monochamus galloprovincialis*). בסוג *Monochamus* כ-150 מינים הנפוצים בחצי הכדור הצפוני. המינים בסוג זה מתפתחים בעצים שמתו זה מכבר, בעצים חלשים או בעצים שנכרתו מוכרים חמישה מינים, כולם מתפתחים על עצים ממשפחת האורניים. יקרונית האורן הגלית מוכרת גם מאזור הים התיכון, ושכיחה בחצי האי האיברי, בצפון אפריקה, באיטליה ובטורקיה. בשנת 2019 התגלה פרט אחד של המין בתל-אביב. מעניין לציין שעד לשנים האחרונות לא היה מוכר בישראל או בלבנון אף לא אחד ממיני הסוג. יקרונית זו אינה מין אלים, ועם זאת היא נכללת בקבוצה של 11 מינים בסוג שהם נשאים יעילים של הנמטודה *Bursaphelenchus xylophilus* (Akbulut and Stamps, 2012). הנמטודה היא

שינוי האקלים משפיע על חרקי היער גם בעקיפין, כאשר מתרחשת החמרה ביובש ויש עלייה בתדירות השרפות (Sallé et al., 2014). עומדי עצים מתים וכאלה שנחרכו בשרפה הם מצע מתאים להתרבות יקרונות. צמצום הפעילות של פתוגנים של חרקים על רקע היובש גורר עלייה בצפיפות של מזיקי יער שונים (Battisti, 2008). שינוי האקלים משפיע לרעה גם על האויבים הטבעיים של נוברי עץ מבין פרוקי הרגליים (Stireman et al., 2005; Hance et al., 2007). עם זאת, ההשפעה המשמעותית ביותר של שינוי האקלים קשורה לשינויים במערכות העמידות של העצים (Mattson and Haack, 1987; Allen et al., 2010; Sallé et al., 2014). כלומר, שינוי האקלים צפוי להעצים את פעילות היקרונות בישראל ולהחריף את הנזקים.

### התארגנות לקראת האיומים הטמונים בהתגברות נזקי היקרונות

בשנת 2019 התגבש צוות (מחברי המאמר) במטרה לקדם אמצעי הדברה ומניעה כנגד יקרונות מזיקות לעצי יער, לעצי פרי ולעצי נוי בישראל. מטרתנו היא לפתח כלי ממשק כנגד מינים מקומיים מזיקים של יקרונות, אך בעיקר כנגד מיני היקרונות האסייניות שעלולים לפלוש לכאן בעתיד הקרוב. הצוות פועל בשלושה תחומים: א. בחינת תכשירי הדברה ושימוש בהם למניעת אכלוס העצים על ידי היקרונות, תוך שימת דגש על חומרים ידידותיים לסביבה; ב. שימוש בחיישנים לגילוי האכלוס; ג. הפעלת אמצעי ניטור להימצאות היקרונות האסייניות ויקרונות האורן הגלית בישראל. להבנתנו, הדברה ביולוגית בהתמודדות עם היקרונות היא חסרת סיכוי.

עריכת ניסויים במיני יקרונות אינה פשוטה, משום שמשך ההתפתחות שלהן ארוך מאד. כמו כן, ריבוי היקרונות כרוך בגידולן על קטעי גזע וענפים, מה שמעמיד קושי נוסף לגידולן במעבדה. אין מצעי מזון מלאכותיים איכותיים המאפשרים לעקוב אחר רבייתן המבוקרת במעבדה. לכן, בחרנו ביקרונות האיקליפטוס כמודל לשני התחומים הראשוניים משתי סיבות עיקריות: א. נובר האיקליפטוס המנוקד ונובר האיקליפטוס בישראל, ושיערנו שיהיה קל להקהיל אותם על עצי המטרה; ב. הזחלים מתפתחים בסות, ולא בעצה, ולכן מתפתחים במהירות ומעמידים 2-3 דורות בשנה, שלא כמו שאר מיני יקרונות העצים המוכרים בישראל, ולפיכך הממצאים יתקבלו במהירות.

להלן סיכום קצר של הפעולות הראשוניות שביצע הצוות בשלושת התחומים:

עצי פרי באסיה, והיא מתפשטת בשנים האחרונות בטורקיה, שם התגלתה כבר ב-2014 (Hizal and Arslangündoğdu, 2017). היקרונות האסיינית התגלתה כבר ב-2016 בצפון לבנון (Moussa and Cocquempot, 2017) ונמצאה לא רחוק מביירות ב-2018 (מידע שמסר אנטומולוג לבנוני).

היקרונות האסיינית תוקפת בעיקר דולב, מילה (*Fraxinus*), בוקיצה (*Ulmus*), ערבה (*Salix*) ומיני ורדניים שונים. יקרונות זו מעדיפה עצים המצויים בעקה, אך תתקוף בהצלחה גם עצים חיוניים. גם יקרונות ההדר היא מין רב-פונדקאי, והיא מוכרת כמזיק קשה של הדרים באזור מוצאה (Wang et al., 1996), אך תוקפת גם עצי פרי ממשפחת הורדניים, אבוקדו, אלון, עוזרר, תאנה, צפצפה (*Populus*), ערבה ומיני עצי מחט שונים (Haack et al., 2010). הבוגרים ניזונים מעלי העצים ומקליפה צעירה בקצות הענפים. הנקבה מוכרסת חורים בקליפת הגזע או בענפים שקוטרם מעל חמישה ס"מ, ומטילה בהם ביצים, אחת בכל חור. הזחל הצעיר ניזון משכבת הקמביום, ובהמשך חודר לתוך העצה, ומתגלם בתוכה. באזור הים התיכון התפתחות דור אורכת כשנה. בחלק ממדינות אירופה ששני המינים חדרו אליהן נערכו מבצעים להכחדת אוכלוסייתן במידה מסוימת של הצלחה (Herard et al., 2009; Haack et al., 2010). שני המינים עלולים לפלוש בזמן הקרוב לישראל, כך שחשוב להיערך לקראת התבססותם בארץ.

### שינוי האקלים והתגברות נזקי יקרונות

לשינוי האקלים בעולם יש השפעות מרחיקות לכת על המערכות האקולוגיות היערניות, והוא משפיע באופן ישיר או עקיף על חיוניות העצים, ובשל כך גם על התעצמות הפעילות ועל השגשוג של נוברי העץ ביערות, בשטחי הנוי ובמטעים. שינוי האקלים נחשב גורם מרכזי בהתפרצויות קשות של מזיקי יער בכלל (Ayres et al., 2000; Logan et al., 2003). שינויים אלה ניכרים בהתפשטות של מיני חרקים לבתי גידול חדשים בקצב מהיר ושינויים בפעילות העונתית, והם פועל יוצא של השינויים במשטר הטמפרטורות והמשקעים. הטמפרטורה משפיעה על ההשרדות של המזיקים ואויביהם הטבעיים. עליית הטמפרטורה משפיעה בדרכים שונות על תקופת התרדמה או החריפה (overwintering) של מזיקי היער (Stange and Ayres, 2010). יש עדויות רבות על מקרים ששבירת התרדמה או קיצורה, ושינויים בתקופת החריפה, מאריכים את תקופת הפעילות ומחמירים את הנזק. העלייה ברמת הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה והשינויים במאזן פחמן/חנקן משנים את איכות המזון של מזיקי היער (et al., 2007). (Veteli

המקווה, כלומר, מנע לחלוטין את האכלוס. התכשיר נימיקס הראה יעילות גבוהה בניסוי הראשון, אך לא בשני. שני התכשירים המבוססים על פטרייה הראו הפחתה מסוימת באכלוס לעומת הביקורת, אך יעילותם הייתה קטנה. ייתכן שהפורמולציה כלל לא התאימה לכיסוי פני הקליפה החלקים של איקליפטוס המקור. עם זאת, חשוב לציין שחלק מביצי היקרוניות בגזעים שטופלו בתכשירים אלה היו מאלוחות בפטרייה, והדבר מצביע על פוטנציאל הפעילות המניעתית של התכשיר הפטרייתי. בכוונתנו בהמשך לבחון גם תכשיר המבוסס על הפטרייה האנטומופוטוגנית *Metarhizium anisopliae*, שנעשה בה שימוש תדיר בהדברה מיקרוביאלית של חרקים.

**ב. שימוש בחיישנים לגילוי האכלוס.** המחקר מתבצע באמצעות חיישנים של חברת אגרינט (אגרינט פתרונות חישה בע"מ, הוד השרון). החיישן הוא מוצר ייחודי שמיועד לגילוי מזיקים נוברי עצים. החיישן מבוסס על טכנולוגיה סייסמית, המאפשרת חישה של התנדודות הנוצרות בעץ בשל פעילות הזחלים הנוברים, וצריכת האנרגיה שלו נמוכה מאוד. החיישן מעבד את האותות ומסנן את הרעשים החיצוניים באמצעות אלגוריתם שפותח על ידי החברה. כל חיישן במערכת מעבד את הנתונים בצורה עצמאית ומדווח את התוצאות באמצעות רשת אלחוטית לרכזת, ומשם נשלח המידע לאחר עיבוד נוסף בענן. החיישן מותאם לכל תנאי מזג אוויר, ומצויד בסוללות הפעילות במשך שלוש שנים. החיישנים הותקנו במחצית מהגזעים שנבחנו בשני הניסויים. השילוב בין ניסויי ההדברה והחישה מאפשר לבחון את החיווי של החיישנים בהתאמה לצפיפות האכלוס

**א. בחינת תכשירי הדברה למניעת האכלוס.** בחירת התכשירים התבססה ברובה על נתונים שנאספו מאז שנת 2000 בארה"ב במסגרת ההתמודדות עם היקרונית האסיינית (ציטוטי המחקרים אינם מובאים במסגרת זו). חשוב לציין שרוב המחקרים הקודמים כווננו להפעלת התכשירים כתגובה לאכלוס, ורק מעט נעשה למניעת האכלוס באמצעות תכשירים. טבלה 1 מציגה את התכשירים שנבחנו בשתי מערכות ניסוי. שתי המערכות התבססו על חשיפת קטעי גזע של איקליפטוס 24 שעות לאחר הכריתה. הגזעים טופלו בתכשירים באמצעות מרסס גב עד נגירה. בכל אחד משני הניסויים הוצבו הגזעים (כולל גזעי ביקורת ללא טיפול) בארבעה אתרים שונים בכל מחזור חשיפה. לאחר חשיפה של כשבוע ימים ליקרוניות כוסו הגזעים בכל תחנה ברשת בצפיפות של 30 מש כדי להגביל את חלון הזדמנות האכלוס. הערכת ההטלה התבססה על שרידי ביצים במקבצי התטולות ועל הימצאות נסורת תחת קשקשי הקליפה. צפיפות הזחלים נקבעה לאחר חודשיים (בפארק קצרון) ושלושה חודשים (בעמק החולה, בשל הפעילות המאוחרת בסתיו) על ידי הסרת הסות וספירת הזחלים שהיו כבר בשיא התפתחותם, ושמייעוטם כבר החל לנבור לתוך העצה לצורך התגלמות. גורם מרכזי שהשפיע על התוצאות היה העובדה שבחלק מהתחנות בשני הניסויים לא התקיים אכלוס על ידי היקרוניות. מצב זה לא היה צפוי, ויצר שונות רבה.

מבין עשרת התכשירים שנבחנו, רק שלושה (קרטה מקס, טאלסטאר ונימיקס) מנעו את אכלוס הגזעים בזחלים של נוברי האייקליפטוס. רק קרטה מקס נתן את התוצאה

התכשיר	שם גנרי	קבוצה / מקור	ריכוז (%) התכשיר בניסוי 1	ריכוז (%) התכשיר בניסוי 2
טאלסטאר	Bifenthrin	פיריתרואידים	0.2	0.2
קרטה מקס	Lambda Cyhalothrin	פיריתרואידים	0.2	0.2
סיוונטו	Flupyradifurono	Butenolide	1	-
מוליט	Teflubenzuron	IGR	0.1	-
טייגר	Pyriproxyfen	IGR	-	1
מוספילן	Acetamiprid	ניאוניקוטינואידים	0.2	-
נימיקס	Azadirachtin	עץ האזדרכת ההודי	0.5	1
קורגן	Chlorantraniliprole	Ryanoids	0.05	-
Velifer	<i>Beauveria bassiana</i>	פטרייה אנטומופוטוגנית	0.4	-
Bioveria	<i>Beauveria bassiana</i>	פטרייה אנטומופוטוגנית	0.2	-

טבלה 1

התכשירים שנבחנו בניסויים למניעת אכלוס גזעי איקליפטוס בנוברי האייקליפטוס



את שינוי האקלים, כדוגמת ממשק שיפצה על התמעטות המשקעים; ב. פיתוח כלי ממשק, בעיקר כאלה הנחשבים ידידותיים לסביבה, כדי להגן על העצים מפני אכלוס במיני יקרונים אלימים.

משיכה מסוימת למרכיבי הפיתיונות. הפרטים שנאספו מצויים בתהליך הגדרה.

## סיכום ומסקנות

ליקרונים ככלל ייצוג שולי בישראל מבין המזיקים הקשים ביער, בנוי ובוודאי בחקלאות. שני תהליכים עלולים לשנות את המצב, כלומר להחמיר את הנזק שנגרם לעצים בבתי גידול בארץ מקבוצת חרקים זו: שינוי האקלים ופלישה של מיני יקרונים חדשים. השפעת שינוי האקלים ניכרת כבר כיום בהיקף התייבשות חסר תקדים של עצי אלון ביערות ובנוי, המלווה בגידול באוכלוסיית היקרונים, ובדיווחים הולכים ומתרבים של נזקי יקרונים לעצי דולב. התמותה ההמונית של עצי דקל בעשורים האחרונים בעקבות הפלישה של חדקונית הדקל האדומה (*Rhynchophorus ferrugineus*) לאזורנו היא דוגמה לנזק הכבד שעלול להיגרם אם יתבססו בישראל היקרונים האסייניים. ההיערכות למצב זה נדרשת להתבצע בשני מישורים: א. ממשק מתאים, המביא בחשבון

## תודות

המחברים מבקשים להודות לאנשי מקצוע רבים שעזרו בהתארגנות ובביצוע הניסויים והתצפיות, לאנשי חברת אגרינט, ליגאל מויאל, יערן קק"ל בגולן, ולאריק וולך מנהל חוות המטעים, על העזרה והאפשרות לבצע את הניסויים בשטחם. לאנשי הני ניצן גל, פול בנימין, מתן חורש, יותם ברנהרדט, אריאל סולנה, יוגב עמדי, עומר קפלן, יוני אסנוסי, מרים זיו, שי יעקובוביץ וזיו דה יונג, על האפשרות להציב את המלכודות בבטחה בשטחי הני שבאחריותם, לברק כהן מחברת תפזול בבית שמש וליונתן מעוז על תרומת המלכודות, ולאנשי חברת ההדברה על אספקת התכשירים שנבדקו.

## מקורות

- Battisti A. 2008. Forests and climate change – lessons from insects. *iForest*, 1(1), 1–5.
- Beeson CFC and Bhatia BM. 1939. On the biology of the Cerambycidae (Coleopt.). *Indian Forest Records (new series) Entomology*, 5, 1–235.
- Bytinski-Salz H. 1952. Two important tree borers in Israel. *F.A.O. Plant Protection Bulletin*, 1, 38–39, 43.
- Bytinski-Salz H and Neumark S. 1952. The Eucalyptus borer (*Phoracantha semipunctata* F.) in Israel. *Transactions of the IXth International Congress of Entomology (Amsterdam, the Netherlands) 1*, 696–699.
- Drinkwater TW. 1975. The present pest status of eucalyptus borers *Phoracantha* spp. in South Africa. In: *Proceedings of the 1st Congress of the Entomological Society of South Africa 1975*. Entomological Society of Southern Africa, Pretoria, South Africa. pp. 119–129.
- Friedman A, Rittner O, and Chikatunov V. 2008. Note: Five new invasive species of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in Israel. *Phytoparasitica*, 36, 242–246.
- El-Minshawy AM. 1976. On the control of the cerambycid beetle *Chlorophorus varius* Mull. (Coleoptera, Cerambycidae) in grape orchards, with some biological observations. *Agricultural Research Review*, 54, 167–169.
- Haack RA, Cavey J, Hoebeke ER, and Law K. 1996. *Anoplophora glabripennis*: A new tree-infesting exotic cerambycid invades New York. *Newsletter of the Michigan Entomological Society*, 41, 1–3.
- Haack RA, Herard F, Sun J, and Turgeon JJ. 2010. Managing Invasive Populations of Asian Longhorned Beetle and Citrus Longhorned Beetle: A Worldwide Perspective. *Annual Review of Entomology*, 55, 521–546.
- בן יהודה ש, דורצין י ומנדל צ. 2000. התפרצויות של נובר התאנה ומיני יקרונים נוספים בישראל. *עלון הנוטע נ"ד*, 23–29.
- בן עמי ע וסופר ארד כ. 2020. סיכום מנגש מזיקי שלד באבוקדו ומגנו בעמק הירדן. מסמך שהופץ למגדלים, צמח ניסיונות ושה"מ, משרד החקלאות. גולן ע. 2012. תפוצתם ופיעולותם העונתית של נוברי האינקליפטוס *Phoracantha* spp. בעקבות התבססות *P. recurva* וחדירת הצרעה הטפילית *Avetianella longoi* לישראל (עבודת גמר לתואר מוסמך). רחובות: האוניברסיטה העברית בירושלים.
- סבירסקי א, מנס ו ויזהר י. 2002. מזיקי עצי פרי סוב-טרופיים בישראל. מועצת הפירות.
- Ahmed KU, Rahman MM, Alam MZ, Hossain MM, and Miah MG. 2013. Effect of seasonal variations on Jackfruit trunk borer (*Batocera rufomaculata* De Geer) infestation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(7), 339–344.
- Akbulut S and WT Stamps. 2012. Insect vectors of the pinewood nematode: A review of the biology and ecology of *Monochamus* species. *Forest Pathology*, 42, 89–99.
- Allen CD, Macalady AK, Chenchouni H, Bachelet D, McDowell N, Vennetier M, ... and Cobb N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660–684.
- Avgin SS, Barsevskis A, and Valainis U. 2015. Distribution of *Rhaesius serricollis* (Coleoptera: Cerambycidae: Prioninae) in the Mediterranean region. *Journal of Entomological Science*, 50(3), 206–217.
- Ayres MP and Lombardero MJ. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*, 262, 263–286.

- Moussa Z and Cocquemot C. 2017. *Anoplophora glabripennis* Motschulsky, 1854, a new introduced pest that could threaten hardwood trees in Lebanon (Coleoptera, Cerambycidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 122 (4), 501–508.
- Nowak DJ, Pasek JE, Sequeira RE, Crane DE, and Mastro VC. 2001. Potential effect of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) on urban trees in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 94, 116–122.
- Peretz I and Avigdorov A. 1956. Experiments on the control of the tropical fig borer in Israel. *Plant Protection Bulletin FAO*, 4, 132–135.
- Saliba LJ. 1974. The adult behavior of *Cerambyx dux* Faldermann. *Annals of the Entomological Society of America*, 67, 47–50.
- Saliba LJ. 1977. Observations on the biology of *Cerambyx dux* Faldermann in the Maltese Islands. *Bulletin of Entomological Research*, 67, 107–117.
- Sallé A, Nageleisen LM, and Lieutier F. 2014. Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: current knowledge and future prospects in a context of climate change. *Forest Ecology and Management*, 328, 79–93.
- Sama G. 1996. Cerambycidae nouveaux ou peu connus de la faune d'Israël. *Bioscience mésogéen*, 12(1995), 4, 93–100.
- Sama G, Buse J, Orbach E, Friedman ALL, Rittner O, and Chikatinov V. 2010. A new catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of Israel with notes on their distribution and host plants. *Munis Entomology and Zoology*, 5(1), 1–51.
- Sharaf NS. 2010. Colonization of *Cerambyx dux* Faldermann (Coleoptera: Cerambycidae) in stone-fruit tree orchards in Fohais Directorate, Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 6, 560–578.
- Seaton S, Matusick G, Ruthrof KX, and Hardy GESJ. 2015. Outbreak of *Phoracantha semipunctata* in response to severe drought in a Mediterranean Eucalyptus forest. *Forests*, 6, 3868–3881.
- Stange EE and Ayres MP. 2010. Climate change impacts: Insects. *Encyclopedia of Life Sciences*, John Wiley & Sons.
- Stireman JO, Dyer LA, Janzen DH, Singer MS, Lill JT, Marquis RJ, and Barone JA. 2005. Climatic unpredictability and parasitism of caterpillars: implications of global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(48), 17384–17387.
- Veteli TO, Mattson WJ, Niemelä P, Julkunen-Tiitto R, Kellomäki S, Kuokkanen K, and Lavola A. 2007. Do elevated temperature and CO<sub>2</sub> generally have counteracting effects on phenolic phytochemistry of boreal trees? *Journal of Chemical Ecology*, 33, 287–296.
- USDA–APHIS, 2011. New Pest Response Guidelines: Exotic Wood-Boring and Bark Beetles. Riverdale, Maryland: USDA–APHIS–PPQ–EDP–Emergency Management.
- Haack RA, Keena MA, and Eyre D. 2017. Life History and Population Dynamics of Cerambycids. In: Wang Q (Ed). *Cerambycidae of the World. Biology and Pest Management*. Boca Raton, London, New York: CRC Press. pp 71–104.
- Hanks LM. 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Annual Review of Entomology*, 44, 483–505.
- Hance T, van Baaren J, Vernon P, and Boivin G. 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology*, 52, 107–126.
- Hérard F, Ciampitti M, Maspero M, and Krehan H. 2006. *Anoplophora* species in Europe: Infestations and management processes. *Bulletin OEPP/EPPPO Bulletin*, 36(3), 470–474.
- Herard F, Maspero M, Ramualde N, Jucker C, Colombo M, Ciampitti M, and Cavagna B. 2009. *Anoplophora glabripennis* – Eradication programme in Italy European and Mediterranean Plant Protection Organization. [https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant\\_quarantine/shortnotes\\_qps/anoplophora\\_glabripennis\\_eradication](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/shortnotes_qps/anoplophora_glabripennis_eradication)
- Hizal E and Arslangündoğdu Z. 2017. Biological observations for invasive and exotic insect species *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 227–233.
- Javal M, Roques A, Haran J, Hérard F, Keena M, and Roux G. 2019. Complex invasion history of the Asian long-horned beetle: Fifteen years after first detection in Europe. *Journal of Pest Science*, 92, 173–187.
- Jolles P. 1932. A study of the life-history and control of *Cerambyx dux*, Fald., a pest of certain stone-fruit trees in Palestine. *Bulletin of Entomological Research*, 23, 251–256.
- Khan TN. 1996. Comparative ecobiology of *Xystrocera globosa* (Olivier) (Coleoptera: Cerambycidae) in the Indian subcontinent. *Journal of Bengal Natural History Society*, 15, 8–25.
- Logan JA, Régnière J, and Powell JA. 2003. Assessing the impacts of global warming on forest pest dynamics. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1, 130–137.
- Mattson WJ and Haack RA. 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *Bioscience*, 37(2), 110–118.
- Matsumoto K, Santosa S, Nazmuleh, and Irianto RSB. 1996. Biology of the green lined albizzia longicorn, *Xystrocera globosa* Olivier (Coleoptera: Cerambycidae), from Sumatra, based on laboratory breeding. *Tropics*, 6, 79–89.
- Matsumoto K, Irianto RSB, and Kitajima H. 2000. Biology of the Japanese green-lined Albizzia longicorn, *Xystrocera globosa* (Coleoptera: Cerambycidae). *Entomological Science*, 3, 33–42.
- Monné ML, Monné MA, and Wang Q. 2017. General Morphology, Classification, and Biology of Cerambycidae. In: Wang Q (Ed). *Cerambycidae of the World. Biology and Pest Management*. Boca Raton, London, New York: CRC Press. pp 1– 70.



# שרפת יער נצרת-דבורייה: חישה מרחוק להערכת חומרת שרפה, שימוש ותובנות

עידית טיקוצקי<sup>1,2,3\*</sup> | נעם לוין<sup>4,2</sup> | אלי ארגמן<sup>3\*\*</sup>

- 1 המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני
  - 2 המחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים
  - 3 התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
  - 4 המרכז לחקר חישה מרחוק, בית הספר למדעי כדור הארץ והסביבה, אוניברסיטת קווינסלנד, סיינט לוסיה, קווינסלנד, אוסטרליה
- \* idit.tikotzki@mail.huji.ac.il  
\*\* eliar@moag.gov.il

## תקציר

השרפה. אחוז כיסוי צמרות גבוה מאפיין את דרגות החומרה הגבוהות. הממצא מצביע על השפעת צפיפות הנטיעה, ומכאן על חשיבות הדילול והמרווח בין העצים לצורך הפחתת נזקי שרפה. כמו כן, מצאנו כי המדד המשקף את השינוי בתכולת הכלורופיל היה בעל המתאם הגבוה ביותר לאחוז כיסוי הצמרות, ונראה שיתרונו של מדד זה נובע מהדומיננטיות המרחבית של תצורת הצומח המחטני בשטח השרפה. המחקר מראה את חשיבות השילוב בין מידע לווייני ובין תצ"א בעל רזולוציה מרחבית גבוהה לשם הערכת נזקי שרפה.

שרפות הן חלק מהמערכת האקולוגית הים תיכונית, ושכיחותן צפויה להתגבר עקב שינוי האקלים בכלל וההתחממות הגלובלית בפרט. מחקר זה עוסק במיפוי ובסיווג של חומרת שרפה באמצעות טכניקות עיבוד תמונה המבוססות על חישה מרחוק ולמידת מכונה. שרפת יער נצרת-דבורייה, מיום 9.10.2020, שימשה חקר מקרה לאפיון שטחי שרפה בעלי דרגות חומרה שונות. הניתוח התבסס על דימומים (satellite images) עוקבים של הלויין Sentinel-2 של סוכנות החלל האירופית ועל תצ"א של קק"ל מתאריך 25.10.2020 (כשבועיים לאחר השרפה). מתוך דימומי הלויין חישבנו מדדי צומח שונים, המשקפים את השינויים שחלו בתכולת הכלורופיל או המים בצומח בעקבות השרפה. בעזרת התצ"א בנינו קטלוג המורכב מחמש דרגות של חומרת שרפה, המותאם להערכת הנזק החזותי לצומח. כילנו את מדדי הצומח באמצעות הקטלוג ומצאנו כי המדדים מאפשרים הפרדה בין קטגוריות שונות, המעידות על חומרת הנזק לצומח. ממצא נוסף העולה מן המחקר הוא הקשר בין אחוז כיסוי הצמרות ודרגת חומרת

### מילות מפתח

מדדי צומח, סקר צומח, שרפת יער

## מבוא

הקרקה. כמו כן, ניתן למדוד את עומק שכבת האפר ואת הידרופוביות הקרקע (Parson et al., 2010).

עם זאת, מדובר בתהליך מורכב ויקר, שמצריך כוח אדם רב, ודגימות מרובות של נקודות אימות בשטח, שהמידע המתקבל מהן נקודתי ולא מרחבי. לעיתים יכולים לחלוף מספר חודשים בין השרפה לבין הסקר הקרקעי (Edwards et al., 2013), ולכן סביר להניח שתוצאות הסקר יהיו מושפעות לא רק מנזקי השרפה, אלא גם משיקום השטח לאחר השרפה (Key and Benson, 2006).

**חישה מרחוק** מאפשרת איסוף, מדידה ופענוח של נתונים ללא מגע ישיר עם השטח, לרוב באמצעות לוויינים או חיישנים מוטסים (Lentile et al., 2006). זמינות נתוני הלוויינים מאפשרת ניטור רציף של כמות הצומח היבש הזמין לבעירה (Yebra et al., 2013), כימות היקף השרפה, הערכת חומרתה וניטור קצב שיקום היער (Robichaud et al., 2020). בניגוד לסקר קרקעי, חישה מרחוק מספקת מידע מרחבי על נזקי השרפה, ומצריכה פחות משאבים נוכח הנגישות למידע לווייני זמין ללא עלות.

מטרת המחקר היא אפיון כלי קבלת החלטות לשיקום שטחי יער לאחר שרפה באמצעות בחינת מידת ההתאמה בין חומרת הנזק לצומח עקב שרפה כפי שהיא משתקפת מפענוח של תצ"א (תצלום אוויר), ובין מדדי צומח המחושבים באמצעות דימותי לוויין (satellite images). השאלה המרכזית שעמדה בפנינו היא איזה מהמדדים שאנו בוחנים הוא הטוב ביותר לאפיון את חומרת הנזק לצומח בעקבות שרפה.

## שיטות מחקר

### אזור המחקר: יער נצרת-דבורייה

ב-9 באוקטובר 2020 פרצה שרפה ביער נצרת-דבורייה מצפון לעמק יזרעאל. מוקד העשן הראשון דווח בשעה 7:30 סמוך לדבורייה, ועד 14:30 הגיעה השרפה לשולי השכונת המזרחיות של נוף הגליל (מרחק של כ-3.2 ק"מ) וגרמה נזק לרכוש. מפעל התעשייה הצבאית (תע"ש) לייצור תחמושת קלה, הממוקם כ-400 מטר מקו הבתים הראשון של נוף הגליל, כותר על ידי הלהבות, אך לא נפגע הודות לפעילות אינטנסיבית של כוחות הכיבוי (איור 1).

יער נצרת-דבורייה הוא חלק מיער בית קשת המשתרע על רכס הרי נצרת שבגליל התחתון, מצפון לעמק יזרעאל (כ-400 מטר מעל פני הים). הטופוגרפיה באזור זה תלולה וכוללת שיפועים חדים (>30°) במפנים הדרומיים וכן בין ההרים והערוצים המבטרים אותם.

במהלך השרפה נפגעו כ-4.7 קמ"ר של יער נטע-אדם (כ-75% ממנו עצי מחט), חורש טבעי, אלונים וברושים. היער המחטני בשטח השרפה מוגדר כיער בוגר או מתבגר (אסם

בשלושת העשורים האחרונים אנו עדים לשרפות יער גדולות שהתרחשו בישראל ופגעו בחלקות יער ובמרחב הפתוח המיועדים לרווחת הציבור. הקרבה בין יישובים למערכות אקולוגיות (wildland-urban interface), ובפרט לצומח טבעי, מגבירה את הסיכון להתפתחות שרפות עקב רשלנות (Radeloff et al., 2005). נוסף על כך, העלייה הצפויה בטמפרטורות עקב שינוי האקלים עלולה להוביל לעלייה בתדירות שרפות חמורות בעשורים הקרובים (IPCC, 2021), שיסכנו אנשים, מבנים ותשתיות.

כמו באזורים אחרים באגן הים התיכון, גם בישראל הפכו שרפות היער והחורש לתופעה שכיחה שתדירותה הולכת וגוברת (Tessler et al., 2019), והגורם לרובן המכריע הוא האדם (בשוגג או במזיד; Levin et al., 2016). מרבית השרפות מתרחשות בחודשי הקיץ, אך השרפות הגדולות מתרחשות לרוב בעונות המעבר, במצבים סינופטיים של שקע שרבי או אפיק ים סוף (Levin and Saaroni, 1999), ובייחוד בעונת הסתיו (Kutiel, 2012).

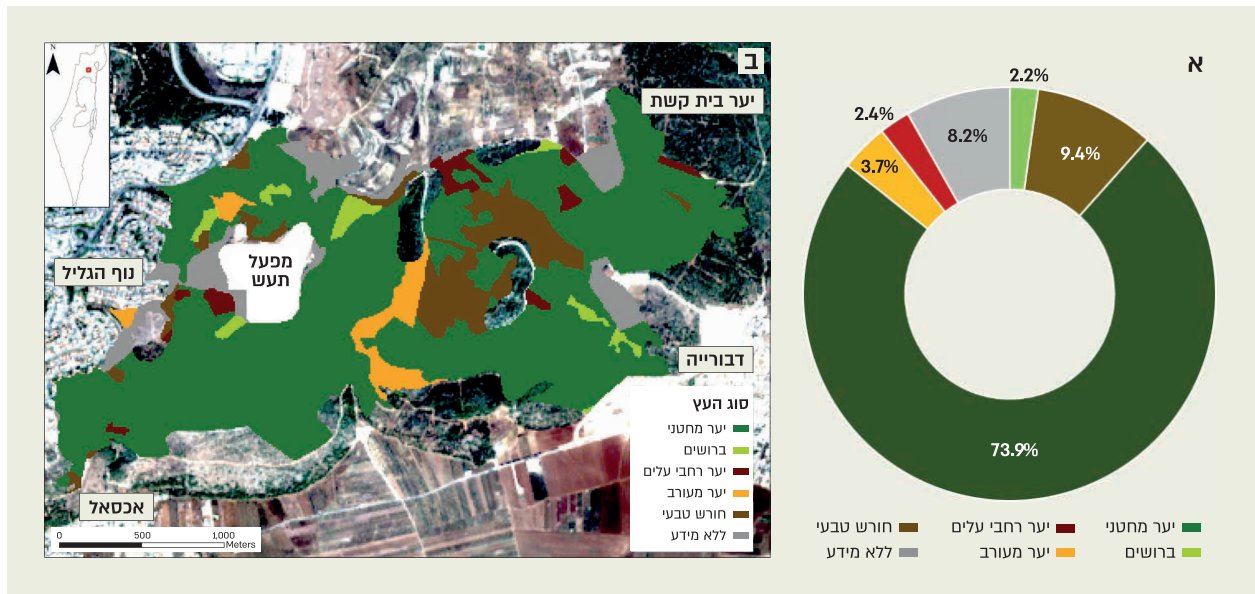
נוסף על תנאי האקלים, נמצא בספרות המחקרית כי לתצורת הצומח השפעה על התפשטות שרפות ועל חומרתן. מאפיינים שונים, כמו גובה הצומח (Gale and Cary, 2022), צפיפותו (Safford et al., 2012), תכולת הלחות בו (FMC – מסת המים בתוך הצומח ביחס למסה היבשה) ואינטראקציות בין צפיפות הצומח לתכולת הלחות בו, נמצאו כבעלי השפעה על חומרת השרפה (Yebra et al., 2013).

הנזקים שנגרמים לשירותי המערכת האקולוגית משרפות כוללים עלייה בזיהום אוויר, פגיעה בחי ובצומח, עלייה בכמות הנגר במדרונות ובאפיקי נחלים, סחף קרקעות והצפות (Bowman et al., 2020). לשיקום השטח השרוף נודעת חשיבות מבחינת החי והצומח, מערכות הניקוז (טבעיות ומלאכותיות) וכן לציבור הרחב, שהיער מהווה עבורו "ריאה ירוקה" ואזור פנאי ונופש. על כן, לצורך שיקום שטח שרוף בעוצמות פגיעה שונות יש למפות ולסווג את חומרת השרפה. כלי קבלת החלטות חדשניים יכולים לשמש מנהלי שטח ומקבלי החלטות לניהול המשאבים ולהגדרת הפעולות הדרושות בתהליך השיקום.

מיפוי והערכה של חומרת שרפה ניתן לבצע באמצעות סקר שמאות קרקעי ובאמצעות חישה מרחוק, ואף מומלץ לשלב בין השיטות. הפענוח הקרקעי מספק מידע נקודתי, ותוצאותיו משמשות לאימות, לסיווג ולכילול של המידע הנאסף באמצעות חישה מרחוק (Parson et al., 2010).

**סקר שמאות קרקעי** מאפשר לאמוד מגוון של נזקים לתכסית הצומח או לקרקע, למשל, פגיעה בחופות העצים, בתת-היער, בכיסוי הקרקע, במצב בית השורשים ובמבנה





איור 1

**שכבת 'עומדי יער' בניהול קק"ל**

(א) התפלגות אחוז שטח השרפה מבחינת סוגי העצים. (ב) מפת התמצאות וסוג היער בשטח השרפה. הנתונים באדיבות ולדימיר בזברחי, קק"ל, אוקטובר 2020.

2A מיום 12.10.20). שני הדימומים היו נטולי עננות מעל אזור המחקר.

לצורך בחינת השפעת השרפה על תכנית הצומח חישובנו מדדי צומח ספקטראליים (אלגוריתמים המשלבים שני ערוצים או יותר). המדדים חושבו באמצעות תוכנת Envi® והם מבוססים על שני מדדים מקובלים: NDVI ו-NBR. מדד הרגיש לתכולת הכלורופיל בצמח (Tukcer, 1979). מדד זה חושב מהדימום לפני השרפה (7.10) ומזה שאחריה (12.10), וההפרש בין המדדים (ΔNDVI) מלמד על חומרת השרפה.

מדד הרגיש לתכולת המים בצומח (Key and NBR, 2006). מדד זה חושב מהדימום לפני השרפה (7.10) ומזה שאחריה (12.10), וההפרש בין המדדים (ΔNBR) מלמד על חומרת השרפה. כמו כן, חושב גם ההפרש המנורמל (RANBR), מדד שתוכנן כדי להתמודד עם שטחים הטרוגניים, שמתאפיינים בשונות מרחבית מבחינת סוגי הצמחייה וצפיפותה (Miller and Thode, 2007).

**שלב 2 – יצירת קטלוג להגדרת חומרת שרפה**

כדי לשמור על עקביות בפענוח החזותי של חומרת הנזק לצומח, יצרנו קטלוג (טבלה 1) להגדרת נזקי השרפה, ובו חמש דרגות חומרה (גבוהה, בינונית-גבוהה, בינונית, נמוכה ולא נשרף). ביססנו את הקטגוריות נמוכה, בינונית ובינונית-גבוהה על מדריך השטח של משרד החקלאות האמריקאי למיפוי חומרת הפגיעה בקרקע לאחר שרפה (Parson

ושות', 2014). במרבית השטח (91.8%) העצים ניטעו לפני שנת 1990, וביתר השטח לאחר מכן.

התנאים המטאורולוגיים ביום השרפה נאספו מתחנת תבור כדורי של השירות המטאורולוגי, ועולה מהם כי ביום השרפה המצב הסינופטי היה של אפיק ים סוף. הטמפרטורה המרבית בשעות הצהריים הייתה 39.5 מעלות צלזיוס, הלחות היחסית הייתה כ-10%, והחל משעות הלילה (3:00) ועד אחר הצהריים (17:00) נשבו רוחות צפון-מזרחיות.

**שלבי העבודה ומאגרי המידע**

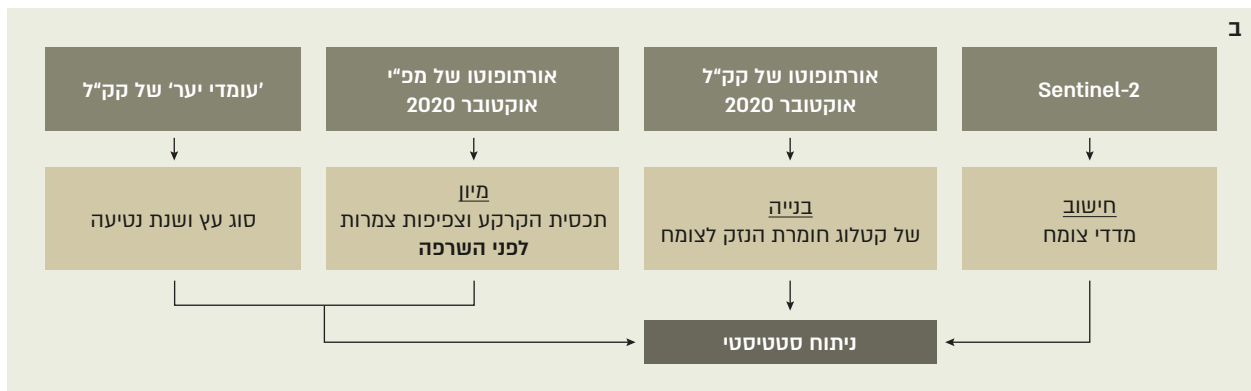
שיטת העבודה הסתמכה על חמישה מקורות וכללה ארבעה שלבים, והיא מסוכמת בטבלה ובתרשים זרימה (איור 2).

**שלב 1 – איסוף מידע לווייני**

הניטור נעשה באמצעות תוצרי Level-1C (Top-Of-Atmosphere reflectance) של לווייני Sentinel-2A ו-Sentinel-2B של סוכנות החלל האירופית. הרזולוציה המרחבית של הלוויינים היא 10 מטר לפיקסל עבור ערוצי VNIR (400–900 ננומטר) המתאימה לחישוב מדדי צומח מקובלים, ו-20 מטר לפיקסל עבור ערוצי NIR (700–800 ננומטר) ו-SWIR (1,600 ו-2,100 ננומטר) המתאימים לחישוב מדדי חומרת שרפה.

לוויינים רזולוציה עתית של חמישה ימים, והשתמשנו בדימום שנסרק יומיים לפני השרפה (Sentinel-2B מיום 7.10.20) ובדימום שנסרק שלושה ימים אחריה (Sentinel-

מקור	רזולוציה	שימוש	סוג נתון	א
סוכנות החלל האירופית (European Space Agency)	10 מטר 20 מטר 20 מטר	$\Delta$ NDVI $\Delta$ NBR R $\Delta$ NBR	Sentinel-2 Pre-fire 07/10/20 Post-fire 12/10/20	
קק"ל	0.05 מטר	פענוח חזותי של חומרת הנזק לצומח ב-300 תצפיות	אורתופוטו אוקטובר 2020	
המרכז למיפוי ישראל (מפ"י)	0.2 מטר	מיון מונחה מסוג Support Vector Machine לפני השרפה	אורתופוטו יולי 2020	
קק"ל	פוליגונלית	נתוני תכסית	GIS שכבת	
קק"ל	פוליגונלית	מיפוי נזקי שרפה	GIS שכבת	



## איור 2

### מקורות מידע ושיטות העבודה

(א) טבלת סיכום של מקורות המידע והשיטות ששימשו במחקר זה. אורתופוטו: תצלום אוויר מיושר ומעוגן, לאחר הסרת עיוותים טופוגרפיים. GIS: מידע גאוגרפי המייצג שטח (ולא נקודות או קווים); (ב) תרשים זרימה של שיטת העבודה.

של 300 תצפיות אקראיות בעלות רדיוס קבוע של 15 מטר (Key and Benson, 2006) בעזרת האלגוריתם Create Random Points של התוכנה ArcGIS Pro. עבור כל נקודת תצפית הערכנו חזותית את חומרת הנזק לצומח על סמך אורתופוטו שקיבלנו מקק"ל (מתאריך 25.10.2020) ועל בסיס הקטלוג שהגדרנו בשלב השני (שלב 2). לאחר מכן חישבנו מדימותי הליוויין את המדדים הספקטראליים  $\Delta$ NDVI,  $\Delta$ NBR ו-R $\Delta$ NBR, וכן חישבנו את אחוז כיסוי צמרות העצים מתוך תוצרי המיון שיצרנו בשלב השלישי (שלב 3). בהמשך, ביצענו ניתוח שונות חד-כיוונית (One-Way ANOVA) בתוכנה JMP<sup>®</sup>15, ובחנו את המובהקות הסטטיסטית ( $p < 0.05$ ) של דרגות חומרת השרפה מבחינת ערכי המדדים הספקטראליים ומבחינת אחוז כיסוי הצמרות. בשלב הבא השתמשנו במבחן Tukey-Kramer HSD כדי למצוא את הקטגוריה או הקטגוריות השונות באופן מובהק מאחרות.

בספרות המחקרית נמצא קשר בין צפיפות עצים (מספר עצים ליחידת שטח) לפני השרפה לחומרתה. מידע זה לא

(et al., 2010). הוספנו את הקטגוריות 'לא נשרף' ו'חומרה גבוהה' כדי לתאר שני מצבי קצה – שטחים שלא נפגעו בשרפה כלל, או שטחים שהשרפה הותירה בהם רק גדמי עצים וחשפה את הקרקע ישירות למכת טיפות גשם. החלוקה לדרגות חומרה היא איכותית ומתבססת על נראות פגיעת האש בצומח ובפני השטח.

### שלב 3 – איסוף מידע תומך

חלק מנתוני התכסית – סוג העצים, גילם, אחוז כיסוי הצמרות – נאספו, וחלק מהם חושבו. המידע על אודות סוג העצים וגילם התקבל מתוך שכבת 'עומדי יער' של קק"ל. המידע על אודות אחוז כיסוי הצמרות בשטח השרפה חושב על ידינו על בסיס תצ"א של המרכז למיפוי ישראל (מפ"י) מיולי 2020, כחודשיים לפני השרפה, באמצעות מיון מונחה מסוג Support Vector Machine של התוכנה ArcGIS Pro 2.8.1.

### שלב 4 – דגימות וניתוח סטטיסטי

כדי לאמוד את חומרת הנזק לצומח מהשרפה ערכנו מדגם

הסבר	תמונה לדוגמה	דירוג
<p><b>לא נשרף</b> אזור שלא נפגע בידי האש</p>		<p>1</p>
<p><b>חומרה נמוכה</b> שרפת נשר ופגיעה בקרקע ללא פגיעה בצמרות</p>		<p>2</p>
<p><b>חומרה בינונית</b> שרפת נשר, פגיעה בקרקע ופגיעה בלתי הפיכה בעד 50% מצמרות העצים</p>		<p>3</p>
<p><b>חומרה בינונית-גבוהה</b> שרפת נשר, פגיעה בקרקע ופגיעה בלתי הפיכה ביותר מ-50% מצמרות העצים</p>		<p>4</p>
<p><b>חומרה גבוהה</b> שרפת נשר, פגיעה בקרקע ושרפת צמרות, ענפים וגזעים</p>		<p>5</p>

טבלה 1

קטלוג להגדרת חומרת הנזק לצומח מהשרפה על בסיס אורתופוטו של קק"ל מאוקטובר 2020, כשבועיים לאחר השרפה

בהתאמה). מתוך התצפיות של פגיעה בצומח, 116 תצפיות השתייכו לקטגוריית החומרה הבינונית-גבוהה, 80 לחומרה הבינונית ו-48 לחומרה הגבוהה.

### ניתוח סטטיסטי

מצאנו כי ככל שדרגת החומרה של הנזק לצומח הייתה גבוהה יותר, כך גם ממוצע ערכי המדדים הספקטריים היה גבוה יותר. כמו כן, מצאנו כי כל המדדים הספקטריים היו דומים בכושר ההפרדה בין דרגות החומרה הגבוהות (בינונית-גבוהה וגבוהה), אך אפשר לראות שונות בין המדדים ביחס לכושר ההפרדה בין חומרות השרפה הבינונית, הנמוכה וכתמים שלא נשרפו.

המדדים  $\Delta NBR$  ו- $\Delta NDVI$  היו בעלי כושר הפרדה מובהק בין דרגות החומרה הבינונית והנמוכה, אך לא אפשרו הפרדה בין החומרה הנמוכה וכתמים שלא נשרפו. עם זאת, למדד  $\Delta NBR$  כושר ההפרדה גבולי ( $p=0.07$ ) בין החומרה הנמוכה וכתמים שלא נשרפו, וייתכן שמידע נוסף היה מסייע להפרדה. כמו כן, מצאנו כי למדד  $RANBR$  כושר הפרדה מובהק בין דרגה נמוכה ובין כתמים שלא נפגעו מהאש, אך הוא לא אפשר הבחנה בין חומרת שרפה בדרגות נמוכה ובינונית (איור 3).

היה זמין לנו, ועל כן מיפינו את כיסוי הצמרות לפני השרפה באמצעות מיון מונחה (כפי שמפורט בשלב 3) וחישובנו בכל אחת מהתצפיות את אחוז כיסוי הצמרות. לאחר מכן בדקנו את המתאם בינו ובין ערכי המדדים הספקטריים (שחושבו בשלב 1) בכל אחת מקטגוריות חומרת השרפה.

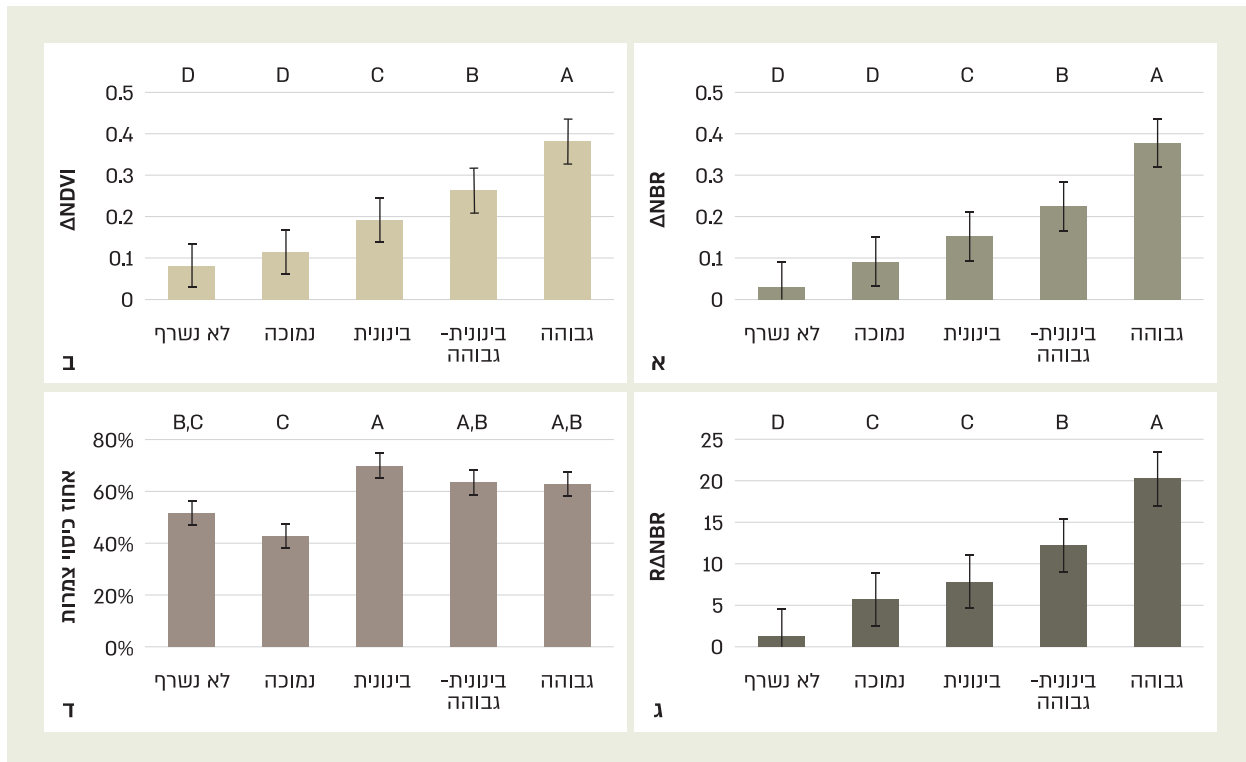
### תוצאות

#### תכסית קרקע לפני השרפה

באמצעות מיון מונחה של אורתופוטו של מפ"י מיולי 2020, מצאנו כי רוב שטח השרפה (כ-60%) היה מכוסה בצומח, ומיעוטו קרקע (כ-30%) או מחשוףי אבן (כ-7%). כ-3% מהשטח לא סווגו, והם כללו בעיקר דרכי אספלט ודרכים לבנות.

#### ניתוח ממצאי המדגם

אפיינו חזותית כל אחת מ-300 התצפיות על סמך הקטלוג (טבלה 1) ומצאנו כי מתוך 300 תצפיות, ב-244 (כ-81.3%) נצפתה פגיעה בצמרות העצים. שאר התצפיות שויכו לחומרה הנמוכה או לשטחים שלא נשרפו כלל (9.7% ו-9%,



איור 3

#### תוצאות מבחן Tukey-Kramer HSD לכל דרגת חומרת שרפה שהוגדרה באמצעות הקטלוג על סמך האורתופוטו

האותיות מייצגות קבוצות המובחנות סטטיסטית זו מזו עבור  $\Delta NBR$  (א);  $\Delta NDVI$  (ב);  $RANBR$  (ג); אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה, שחושב באמצעות אורתופוטו של מפ"י מיולי 2020.

על ערכי המדדים לאחריה, מצאנו כי קטגוריית החומרה הגבוהה ביותר, המאופיינת בכתמיות הומוגנית של נזקי השרפה לצומח, נמצאה כקטגוריה המושפעת ביותר מאחוז כיסוי צמרות (איור 5).

המדד  $\Delta NDVI$  נמצא כבעל המתאם הגבוה ביותר עבור כל אחת מדרגות החומרה, כאשר הקטגוריה הגבוהה, המשקפת שרפת עצים והותרת גזמים, נמצאה כבעלת המתאם הגבוה ביותר ( $r=0.76$ ), אחריה הקטגוריה הבינונית-גבוהה ( $r=0.59$ ) ואחריה הקטגוריה 'לא נשרף' ( $r=0.56$ ). המדד  $\Delta NBR$  מציג את המתאם הגבוה ביותר בקטגוריית החומרה הגבוהה ( $r=0.81$ ), אך בשאר הקטגוריות כושר ההפרדה שלו נמוך מזה של  $\Delta NDVI$ . המדד  $RANBR$  נמצא כבעל כושר ההפרדה הנמוך ביותר.

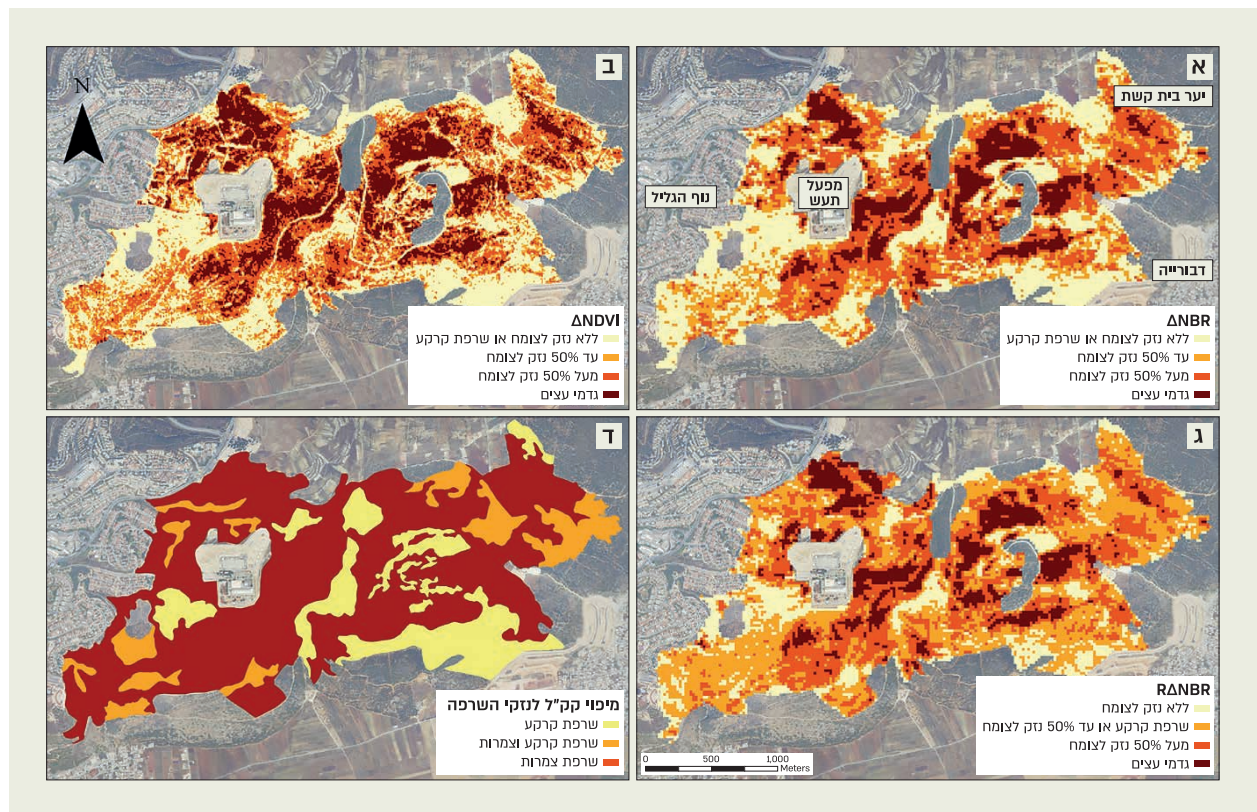
### דין ומסקנות

ניתוח המדדים הספקטרליים מראה כי הם מאפשרים הפרדה בין קטגוריות הקטלוג, המשקפות את נזקי השרפה לצומח – ככל שהכגיעה בצומח עולה, כך עולה ממוצע ערכי המדדים הספקטרליים. מצאנו שכל המדדים מאפשרים

בבחינת השונות בין קבוצות עבור אחוז כיסוי צמרות מצאנו כי בדרגות החומרה הכוללות פגיעה בלתי הפיכה בצמרות העצים (בינונית, בינונית-גבוהה וגבוהה), ממוצע אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה היה גבוה מ-63%. עבור הקטגוריות של שרפה ללא פגיעה בצמרות, נמצא כי ממוצע אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה היה נמוך מ-43%. עבור הקטגוריה המעידה על שטח שכלל לא נפגע, התקבל כי אחוז כיסוי הצמרות דומה לרוב הקטגוריות (למעט בינונית), וייתכן שמדובר באזורים בשטח השרפה שהאש כלל לא הגיעה אליהם.

על בסיס ניתוח זה מיפנו את חומרת השרפה. איור 4 מציג את המדדים הספקטרליים מכוילים על בסיס הקטלוג ותוצאות המבחנים הסטטיסטיים, כך שהערך העליון של קטגוריה אחת מוגדר כערך התחתון של הקטגוריה שבאה אחריה. כמו כן, מוצג מיפוי שקיבלנו מק"ל לחומרת השרפה בסיווג לשלוש דרגות: שרפת קרקע – שרפה בדרגה נמוכה, שרפת קרקע וצמרת – שרפה בדרגה בינונית, ושרפת צמרות – שרפה בדרגה גבוהה.

כאשר בחנו את השפעת אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה



איור 4

מיפוי חומרת השרפה על פי מדדים ספקטרליים ונתוני ק"ל לנזקי השרפה. (א)  $\Delta NBR$ ; (ב)  $\Delta NDVI$ ; (ג)  $RANBR$ ; (ד) מיפוי ק"ל לנזקי השרפה.

שרפת קרקע ללא פגיעה בצומח. מנגד, הוא אינו מאפשר אבחנה ברורה בין החומרה הנמוכה לבינונית, כלומר בין שרפת קרקע לשרפת עד 50% מהצמרות. הקטגוריות האלה פשוטות לסיווג חזותי, אבל קשה להפריד ביניהן מבחינת המובהקות הסטטיסטית בעת שימוש במדד זה ( $p=0.1$ ). נוסף על כך, מצאנו התאמה נמוכה מאוד של המדד לאחוז כיסוי הצמרות, כלומר המדד כמעט ואינו מושפע מנזקי הצומח ברוב דרגות החומרה. תוצאה זו תואמת מחקר אחר (Cai and Wang, 2022) שמצא כי השימוש ב-RANBR עלול להוביל להערכת חסר גם בשטחים הומוגניים יחסית, שיש לעצי המחט דומיננטיות מרחבית בהם.

לאחר מיפוי כיסוי צמרות העצים באמצעות מיון מונחה, מצאנו כי בדרגות החומרה הכוללות פגיעה בלתי הפיכה בצמרות העצים (בינונית, בינונית-גבוהה וגבוהה), ממוצע אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה היה גבוה מ-63%. עבור קטגוריית החומרה הנמוכה, הכוללת שרפה ללא פגיעה בצמרות, נמצא כי ממוצע אחוז כיסוי הצמרות לפני השרפה היה נמוך מ-43%.

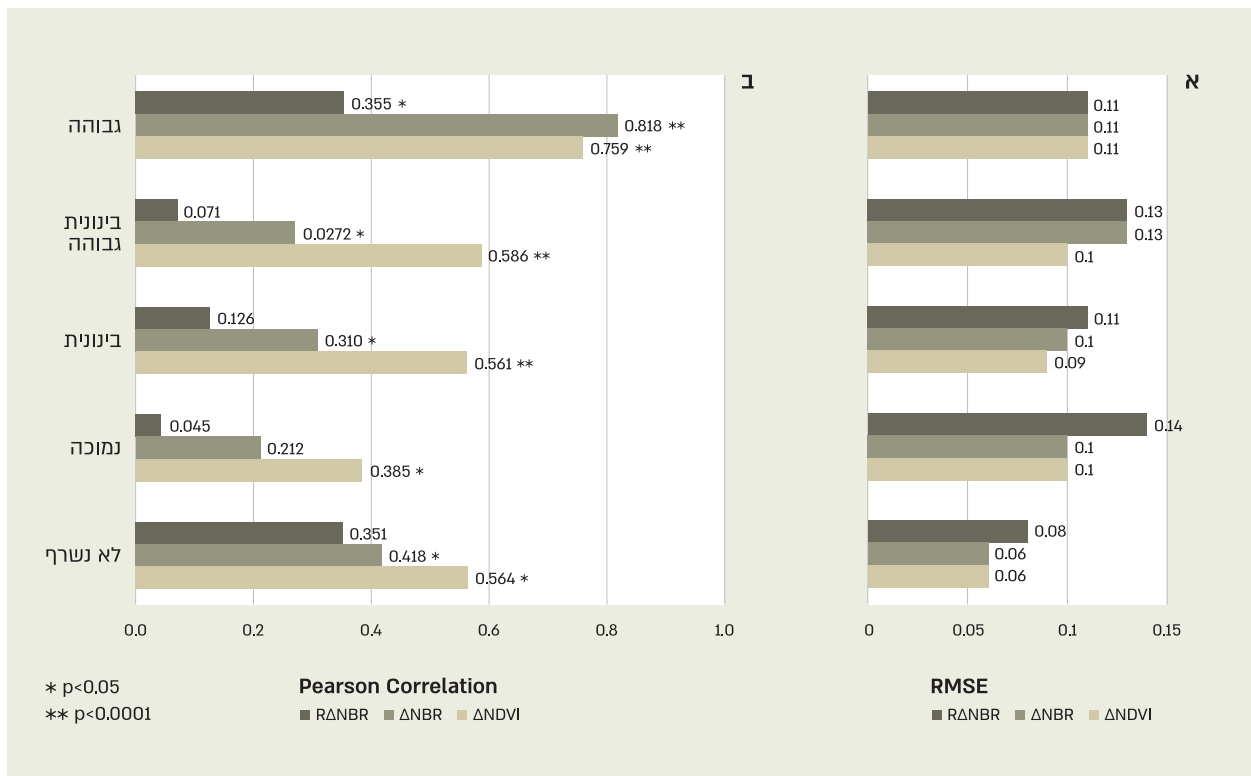
הממצאים מדגישים את חשיבות דילול העצים לשם מיתון שרפות (אסם ושות', 2013), ומצביעים על חשיבות דילול הצומח בכלל, כולל תת-היער (Tsiouvaras et al., 1989),

הפרדה בין דרגות חומרה בינונית-גבוהה וגבוהה, המובילות לפגיעה קשה בצמרות העצים.

מאיך גיטא, בדרגות החומרה הבינונית ומטה (בינונית, נמוכה ולא נשרף), הכוללות פגיעה חלקית בצומח או שטחים שלא נפגעו בשרפה, ההבדל בין המדדים הספקטריים קטן (איור 3). מגמה דומה נצפתה גם במחקרים אחרים (Lyndersens et al., 2016).

נמצא שהמדדים  $\Delta NBR$  ו- $\Delta NDI$  היו יעילים לזיהוי חומרת השרפה הבינונית, המאופיינת בפגיעה בלתי הפיכה בעד 50% מצמרות העצים. קטגוריה זו מורכבת לסיווג חזותי מכיוון שהיא דורשת מהמסווג להעריך את היחס בין צמרות פגועות ושאינן פגועות בכל תצפית (טבלה 1). עם זאת, נמצא כי המדדים לא הבחינו בין כתמים של חומרה נמוכה, המתאפיינים בפגיעה מתונה בפני הקרקע (ללא פגיעה בצמרות), ובין כתמים שלא נשרפו. רגישות המדדים לאיתור שינויים בתכולת המים או בתכולת הכלורופיל בצומח ( $\Delta NBR$ ,  $\Delta NDI$ , בהתאמה), יכולה להסביר מדוע כושר ההפרדה שלהם נמוך כאשר עוצמת השרפה אינה באה לידי ביטוי בשרפת צמרות.

המדד RANBR התגלה כבעל כושר אבחנה בין הקטגוריות 'לא נשרף' ו-'חומרה נמוכה', ומצאנו שהוא מאפשר לזהות



איור 5

המתאם בין אחוז כיסוי הצמרות וערכי המדדים הספקטריים של הצומח במדגם בכל אחת מדרגות החומרה של השרפה (א) שורש הטעות הריבועית הממוצעת (לאחר נרמול שלושת המדדים הספקטריים); (ב) מקדם המתאם של Pearson ומובהקותו בכל דרגת חומרה.

למטרה זו.

כאשר בחנו את השפעת אחוז כיסוי הצמרות על ערכי המדדים מצאנו כי הייתה עדיפות למדד  $\Delta NDVI$  על פני המדדים  $\Delta NBR$  ו- $R\Delta NBR$  (איור 5). תוצאה זו מעניינת על רקע האפקטיביות של מדדים מבוססי ערוצי  $SWIR$  (כמו  $\Delta NBR$  או  $R\Delta NBR$ ) במיפוי שרפות (Key and Benson, 2006), אך יש לציין כי גם במחקרים אחרים נמצא כי בפרק זמן של עד שנתיים לאחר שרפה המדד  $\Delta NDVI$  נותן תוצאות טובות יותר ביערות מחטניים (Chen et al., 2011).

הסברים ליתרונותיו של  $\Delta NDVI$  על פני מדדים מבוססי  $SWIR$  יכולים להיות קשורים לטכנולוגיה או למיני העצים בשטח השרפה. מבחינה טכנולוגית, שימוש בלוויין Sentinel-2 מוביל לכך שהרזולוציה המרחבית של  $\Delta NDVI$  גבוהה פי ארבעה מזו של המדדים מבוססי ערוצי  $SWIR$  ( $100$  ו- $400$  מ"ר לפיקסל, בהתאמה), כלומר הפיקסלים של  $\Delta NBR$  ו- $R\Delta NBR$  מכילים יותר אובייקטים והם הטרוגניים יותר מאלה של  $\Delta NDVI$ .

הסבר נוסף יכול להיות קשור למיני העצים בשטח השרפה. בספרות המדעית נמצא כי לאורך שנה הידרולוגית תכולת מים נמוכה בעצי מחט לא באה לידי ביטוי באופן בולט בערכי  $NDVI$  (Hardy and Burgan, 1999). כמו כן, נמצא כי ענפים מחטניים שנכרתו, ללא ניסיון לשמור על הלחות שלהם, הראו שינויים קטנים יותר ב- $NDVI$  ביחס לענפים של רחבי עלים שטופלו באותו האופן, וזאת עד  $72$  שעות מהכריתה (Richardson and Berlyn, 2002). יש לסייג כי במקרה של שנות בצורת עוקבות ניתן לראות מגמת ירידה בערכי  $NDVI$  (Taylor et al., 2020).

השרפה ביער נצרת-דבורייה התרחשה בסוף העונה היבשה של שנה הידרולוגית גשומה מהמוצע (פורת, 2020), וברוב השטח שנשרף (כ- $3.6$  קמ"ר) נטועים עצי מחט ובעיקר אורן ירושלים (כ- $1.7$  קמ"ר), שתכונותיו האקו-פיזיולוגיות מתבטאות בעמידותו ליובש (שילר, 2013; Atzmon et al., 2004).

על כן, מדד  $NDVI$  שחושב (בסוף העונה היבשה) לפני השרפה מעיד על פעילות פוטוסינתזה במחטי האורן, אך לא על תכולת המים בהן, בעוד שמדדים מבוססי  $SWIR$  מעידים על תכולת המים בצמח. לפיכך,  $\Delta NDVI$  מעיד על נזקי השרפה כאשר הצומח נמצא כביכול במצב מיטבי (מבצע פוטוסינתזה, אך למעשה נמצא בעקה), בעוד  $\Delta NBR$  מעיד על נזקי השרפה כאשר הצומח נמצא בדרגת יובש מסוימת. מאפיינים ייחודיים אלה של הצומח המחטני יכולים להסביר את יתרונם של  $\Delta NDVI$  בהערכת חומרת שרפה ביער מחטני מחד גיסא, ואת יתרונם של מדדים מבוססי  $SWIR$  ( $\Delta NBR$  ו- $R\Delta NBR$ ) בשרפות צומח עשבוני (למשל, ברמת הגולן) מאידך גיסא.

מחקר זה מדגים שימוש בטכניקות עיבוד תמונה המבוססות על חישה מרחוק ועל למידת מכונה לצורך אפיון שטחים שנשרפו בדרגות שונות של חומרה. תובנה מרכזית העולה ממנו היא השפעת תצורת הצומח, צפיפותו ותכולת הלחות בו על הערכת חומרת שרפה. למעשה, מאפיינים אלה של הצומח משפיעים על התפשטות שרפות, בהיותם תיאור מצבו של 'דלק' השרפה. מכאן נובעת חשיבות המיפוי השוטף של המאפיינים האלה, ובייחוד צפיפות הצומח ומידת הלחות בו, לצורך הערכת הסיכון לשרפות עתידיות.

## תודות

המחברים מודים לרועי הראל, לאילון כלב, למיכאל ספרינצין ולולדימיר בזברחי מקק"ל על מתן מידע וחומרי עזר, לאילון רונן ולאודה הרמן מהתחנה לחקר הסחף במשרד החקלאות ופיתוח הכפר על הסיוע הטכני, הנכונות והזמינות, ולמבקרים האנונימיים על ההערות המועילות. ע"ט מודה לקרן המלגות למצוינות אקדמית בגיאוגרפיה ע"ש דוד עמירן (האוניברסיטה העברית בירושלים).

## מקורות

- Atzmon N, Moshe Y, and Schiller G. 2004. Ecophysiological response to severe drought in *Pinus halepensis* Mill. trees of two provenances. *Plant Ecology*, 171(1), 15–22.
- Bowman DM, Kolden CA, Abatzoglou JT, Johnston FH, van der Werf GR, and Flannigan M. 2020. Vegetation fires in the Anthropocene. *Nature Reviews Earth and Environment*, 1(10), 500–515.
- Cai L and Wang M. 2022. Is the  $RdNBR$  a better estimator of wildfire burn severity than the  $dNBR$ ? A discussion and case study in southeast China. *Geocarto International*, 37(3), 758–772.

- אסם י, ברנד ד, טאובר י, פרבולוצקי א וצורף ח. 2013. תורת ניהול היער בישראל – מדיניות והנחיות לתכנון ולמשק היער. **אקולוגיה וסביבה**, 4(2): 129–130.
- אסם י, ברנד ד, טאובר י, פרבולוצקי א וצורף ח. 2014. **תורת ניהול היער בישראל: מדיניות והנחיות לתכנון ולמשק היער** (מהדורה ראשונה). קק"ל, אגף הייעור ויחידת הפרסומים, קשרי ציבור.
- פורת ע. (2020/08/24, 12:20). **סיכום עונת הגשם 2019/2020**. השירות המטאורולוגי הישראלי. <https://ims.gov.il/he/node/100>
- שילר ג. 2013. **גידול עצי יער ויערות בישראל, ארץ של סכר המדבר**. <https://israelforests.wordpress.com/>

- Lydersen JM, Collins BM, Miller JD, Fry DL, and Stephens SL. 2016. Relating fire-caused change in forest structure to remotely sensed estimates of fire severity. *Fire Ecology*, 12(3), 99–116.
- Parson A, Robichaud PR, Lewis SA, Napper C, and Clark JT. 2010. *Field guide for mapping post-fire soil burn severity*. General Technical Report. RMRS-GTR-243. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Radeloff VC, Hammer RB, Stewart SI, Fried JS, Holcomb SS, and McKeefry JF. 2005. The wildland-urban interface in the United States. *Ecological Applications*, 15(3), 799–805.
- Richardson AD and Berlyn GP. 2002. Changes in foliar spectral reflectance and chlorophyll fluorescence of four temperate species following branch cutting. *Tree Physiology*, 22(7), 499–506.
- Robichaud PR, Lewis SA, Brown RE, Bone ED, and Brooks ES. 2020. Evaluating post-wildfire logging-slash cover treatment to reduce hillslope erosion after salvage logging using ground measurements and remote sensing. *Hydrological Processes*, 34(23), 4431–4445.
- Safford HD, Stevens JT, Merriam K, Meyer MD, and Latimer, AM. 2012. Fuel treatment effectiveness in California yellow pine and mixed conifer forests. *Forest Ecology and Management*, 274, 17–28.
- Taylor A, Biswas T, Randall JM, Klausmeyer K, and Cohen B. 2020. Parched pines: A quantitative comparison of two multi-year droughts and associated mass mortalities of bishop pine (*Pinus muricata*) on Santa Cruz Island, California. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 6(1), 20–34.
- Tessler N, Borger H, Rave E, Argaman E, Kopel D, Brook A, et al. 2019. Haifa fire restoration project – Urban forest management: A case study. *International Journal of Wildland Fire*, 28(7), 485–494.
- Tsiouvaras CN, Havlik NA, and Bartolome JW. 1989. Effects of goats on understory vegetation and fire hazard reduction in a coastal forest in California. *Forest Science*, 35(4), 1125–1131.
- Tucker CJ. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127–150.
- Yebra M, Dennison PE, Chuvieco E, Riaño D, Zylstra P, Hunt Jr ER, et al. 2013. A global review of remote sensing of live fuel moisture content for fire danger assessment: Moving towards operational products. *Remote Sensing of Environment*, 136, 455–468.
- Chen X, Vogelmann JE, Rollins M, Ohlen D, Key CH, Yang L, et al. 2011. Detecting post-fire burn severity and vegetation recovery using multitemporal remote sensing spectral indices and field-collected composite burn index data in a ponderosa pine forest. *International Journal of Remote Sensing*, 32(23), 7905–7927.
- Edwards AC, Maier SW, Hutley LB, Williams RJ, and Russell-Smith J. 2013. Spectral analysis of fire severity in north Australian tropical savannas. *Remote Sensing of Environment*, 136, 56–65.
- Gale MG and Cary GJ. 2022. What determines variation in remotely sensed fire severity? Consideration of remote sensing limitations and confounding factors. *International Journal of Wildland Fire*, 31(3), 291–305.
- Hardy CC and Burgan RE. 1999. Evaluation of NDVI for monitoring live moisture in three vegetation types of the western US. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 603–610.
- IPCC. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, et al. (Eds)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009157896.
- Key CH and Benson NC. 2006. Landscape assessment (LA). In: Lutes DC, Keane RE, Caratti JF, Key CH, Benson NC, Sutherland S, and Gangi LJ. *FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system*. General Technical Report. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. LA-1-55, 164.
- Kutiel H. 2012. Weather conditions and forest fire propagation – The case of the Carmel fire, December 2010. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 58(23), 113–122.
- Lentile LB, Holden ZA, Smith AM, Falkowski MJ, Hudak AT, Morgan P, et al. 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *International Journal of Wildland Fire*, 15(3), 319–345.
- Levin N and Saaroni H. 1999. Fire weather in Israel – Synoptic climatological analysis. *Geojournal*, 47(4), 523–538.
- Levin N, Tessler N, Smith A, and McAlpine C. 2016. The human and physical determinants of wildfires and burnt areas in Israel. *Environmental Management*, 58(3), 549–562.



הר כסולות והשכונות המזרחיות של נוף הגליל לאחר השרפה באדיבות: רועי הראל, קק"ל



יער נצרת-דבורייה יומיים לאחר השרפה, 11.10.2020 צילום: אלי ארגמן





# מכלאות כבשים בדואיות ביערות קק"ל באזור מודיעין כבסיס ללימוד מכלאות קדומות בנגב ובסיני

## מרדכי היימן

רשות העתיקות (לשעבר)  
haimanmoti@gmail.com

## תקציר

ובסיני כמעט בכל פרקי היישוב הקדומים, החל בתקופת הברונזה הקדומה (המחצית הראשונה של האלף ה-3 לפנה"ס), אולם מהווים רק כ-5% מכלל המכלאות, שרובן הן של עיזים. יוצאת מכלל זה קבוצת גדולה של אתרים מתקופת הברונזה הקדומה, הפרוסה בין ערד לדרום סיני, שכ-95% מכלל המבנים בהם מסוג מבנה מכונס, ומספרם נאמד במאות רבות.

במאמר מוצג מיפוי מכלאות הכבשים של הבדואים במטרה ליישם את המידע ללימוד המכלאות הקדומות בנגב ובסיני. נוכל להציג כאן בקצרה רק את אלה מתקופת הברונזה הקדומה, בדגש על עצם האפשרות לגידול כבשים במדבר על אף מגבלת המים והצורך במרעה עונתי ירוק.

המאמר נכתב בעקבות הכנס האחרון של IALC (המאגד הבין-לאומי לקרקעות צחיחות). בכנס נידונו, בין השאר, יחסי גומלין בין האדם לסביבה המדברית, ובמאמר מוצגים נתונים שטרם פורסמו משני פרויקטים.

פרויקט אחד כלל מיפוי של מחנות מרעה בדואים ביערות קק"ל באזור מודיעין שמאפייניהם הבולטים היו מכלאות כבשים ששטחן כמה מאות מ"ר, המחולקות ברובן ל-6-8 יחידות משנה. למכלאות אלה דמיון לטיפוס מבנה קדום שכונה 'מבנה מכונס'. מבנה זה תועד בסקרים ארכאולוגיים בנגב ובסיני וזוהה כמכלאת צאן כבר במאה ה-19. הפרויקט התמקד בלימוד נתונים שעשויים לתרום להבנת הרציונל של בניית מכלאות קדומות בנגב על סמך שרידי המבנים שלהן. לדוגמה, נמצא שוני בולט בין מכלאות הכבשים למכלאות העיזים שכוללות ברוב המקרים חצר אחת, לעיתים בתוספת יחידת משנה אחת או שתיים. כן נלמדו פרטי חלוקות המשנה המרובות של מכלאות הכבשים, לפי גיל, מצב התפתחותי ותפקוד.

פרויקט שני התמקד במיפוי מערכות חקלאות קדומות ושרידי יישובים בדגש על תיעוד מפורט של מרכיבי היישובים כבסיס למחקר סביבתי רב-תחומי. התברר שמבנים מכונסים, ה"חשודים" כמכלאות כבשים, שכיחים בהר הנגב

### מילות מפתח

כבשים במדבר, מרעה כבשים ביערות קק"ל

## מבוא

חילק מזון ומספוא, והוביל את עדריהם למרעה עונתי בצפון (בר צבי ובן-דוד, 1974; מרקס, 1974; לנדאו ושות', 2015; Abu-Rabia, 1994).

במאמר זה נתמקד בדואים משבט הסרחין ממטה העזאזמה שבמסגרת ההסדר העות'מאני נדחק להר הנגב, משני טעמים: האחד נוגע ללימוד זיקתם לסביבה בהקשר לחקלאות ומרעה, והשני הוא להשוותם לנתוני התקופות הקדומות באותו מרחב. לדוגמה, כך ניתן להבין תופעה שכיחה של ריבוי מכלאות קטנות ללא חלוקה פנימית באתרים הקדומים; נמצא שהעדר המשפחתי אצל הסרחין אינו גדול, מ-10 גמלים ו-20 עיזים במשפחה ענייה, ועד 50 גמלים ו-80 עיזים במשפחה עשירה. בולט היעדר כבשים, שיוחס למגבלת המרעה הירוק (בן-דוד ואוריון, 1998).

למרבה האבסורד, דווקא הר הנגב, שכמות המשקעים בו היא כמחצית מזו שבבקעת באר שבע, משופע יותר במרעה ירוק. המרעה צומח ברשת הצפופה של הוואדיות הסכורים שאוגרים קרקע ומי נגר (זליגמן ושות', 1962) וגם בוואדיות לא סכורים הודות ליעילות ניקוז נגר הגשמים, על אף כמותם המעטה, בשל מבנה פני הקרקע המאפיין את האזור (נוי-מאיר, 1976). לאלה יש להוסיף כמה מעיינות ומספר גדול של בורות מים קדומים שחלק מהם נוקה לשימוש חוזר עבור הבדואים בידי השלטון העות'מאני והמנדט הבריטי. למרות תנאים אלה הניצול בפועל של מערכות החקלאות הקדומות למרעה ולחקלאות בידי הבדואים בהר הנגב היה רחוק ממיצוי (זליגמן ושות', 1962). דומה שאחד ההסברים למצבו הירוד של שבט הסרחין, למרות תנאי הסביבה הטובים יותר מאשר בצפון נגב, הוא הזנחה שלטונית בשל מיקומם המרוחק. עם זאת, חובה לציין היבט אחר של ריחוק השלטון, והוא שהשתלטות עצמית של משפחות השבט על מערכות חקלאות בהתאם לכוחן, וניצולן למטעים ולדגנים, הניבה יבולים מוצלחים ביעילות שלא נרשמה בקרב בדואים באזורים אחרים בנגב. אחת ההוכחות הבולטות לכך הם המטעים הנתושים זה עשורים, הממשיכים להניב יבולים עד היום (אשכנזי, 2013; Ashkenazi et al., 2020).

## מבט על התקופות הקדומות

נקודת המוצא היא התייחסות למכלאות שתועדו במספר רב בנגב, כולל מבנים מכונסים המפורשים כאן כמכלאות כבשים. נוסף על כך, יש להתייחס לממצא העצמות באתרים שנחפרו (Kolska Horowitz, 2014), שבחלק מהם זהו עצמות כבשים (הקר-אוריון, 1999). ראוי לציין שממצא העצמות בחפירות ברבים מהאתרים הקטנים שכללו מכלאות אינו בולט בכמותו, ויותר משהוא מעיד על תזונה, הוא מעיד על ההכרח לעמוד על ההבדל המהותי בין גידול צאן לצריכה עצמית לבין גידול צאן למסחר כבסיס כלכלי;

במסגרת סקר ארכאולוגי מטעם רשות העתיקות עבור קק"ל באזור מודיעין (היימן, 1999) נמצאו שרידי מחנות מרעה עונתיים של בדואים מהשנים האחרונות, שהגיעו למקום מאזור ערד לצורך מרעה עונתי ירוק, בעיקר של כבשים. ניתן היה להבחין במכלאות בעלות חלוקה ל-6-8 יחידות משנה לצד אוהלי מגורים. לא ניתן היה להתעלם מהדמיון בין מכלאות אלה לטיפוס של מבנה מכונס קדום (enclosed structure), שכלל חדרי מגורים וחצרות שנבנו כגוש אחד, ושתועד בסקרים ארכאולוגיים בנגב ובסיני וזוהה כמכלאת צאן כבר במאה ה-19 (Palmer, 1871). כפי שהתברר מאזור מודיעין, המבנה המכונס מייצג מכלאת כבשים, והוא שונה מהותית ממכלאת עיזים שכוללת חצר אחת ולעיתים תוספת של עד כשתי יחידות משנה, כפי שתועד גם במקומות אחרים (Shahack-Gross et al., 2003).

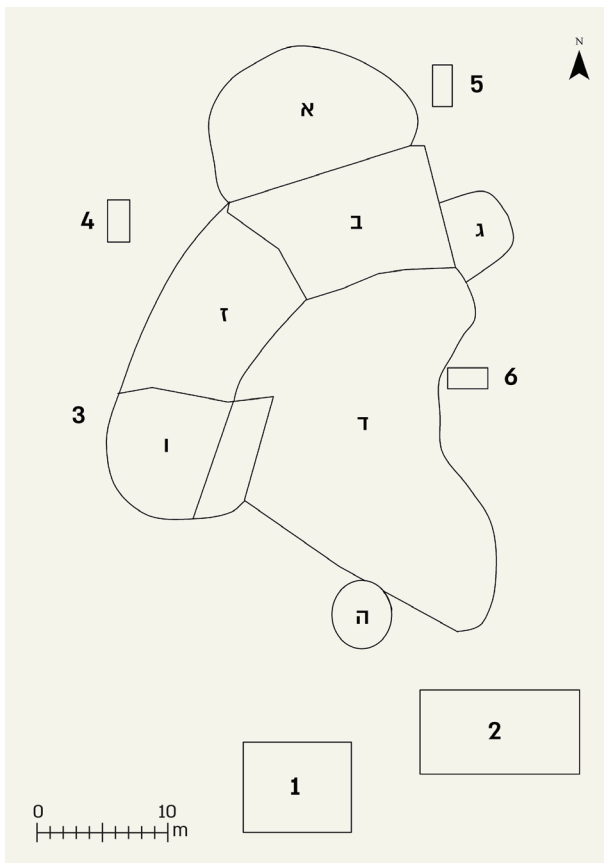
אין עוררין על כך שהעז מתאימה יותר לגידול בתנאי הסביבה המדברית מאשר הכבש, הן בחברה הבדואית הן בתקופות הקדומות, בגלל התאמתה הפיזיולוגית, ונושא זה נחקר בהרחבה (Finch et al., 1980; Maltz and Shkolnik, 1980; Shkolnik et al., 1980; Choshniak et al., 1984; Silanikove et al., 1993). בחינת האפשרות לגדל גם כבשים באותם אזורים מחייבת להתייחס למגבלות (נוי-מאיר, 1976; בן-דוד ואוריון, 1998; Abu-Rabia, 1994): **א. השקיה:** הכבש זקוק לשלוש השקיות ביום, בעוד שהעז מסתפקת בשתיים. פירוש הדבר שעדר עיזים יכול להתרחק ממקור המים למשך כל היום ולשתות רק עם החזרה למאהל בסוף היום, דבר המאפשר ניצול יעיל יותר של המרעה הדל באזורים שחונים, לעומת הכבש המוגבל בנקודה זו. **ב. מרעה ירוק:** הכבשים אינם מתרבות בלי מרעה ירוק, ועקב כך גם אינן מספקות מוצרי חלב. בעיה זו לא קיימת אצל עיזים. במסגרת לימוד הנתונים התבררה נקודה נוספת בנושא: **ג. אינטרס המדינה מול תנאי הסביבה:** עידוד הבדואים לעבור מגידול עיזים הנוח יותר באזורים שחונים, לגידול כבשים המתאים יותר מבחינה כלכלית, מיוחס לשלטון העות'מאני עוד בשלהי המאה ה-19 במסגרת הסדרת הגבולות בין השבטים, שרובם נדחקו לצפון הנגב מאזור שפלת יהודה (בן-דוד ואוריון, 1998; Bailey, 1980). במסגרת זו הוקמו גם שווקים בבאר שבע ובחלוצה, ושם התאפשר סחר בכבש ובמוצריו. מבחינת תנאי הסביבה, צפון הנגב דל במקורות מים, מוכה בצורות תדירות, וניתן לקבל בו יבול חקלאי רק אחת לארבע שנים בממוצע (אל-עארף, 2000). גם פוטנציאל המרעה הירוק דל, ואינו מובטח בכל שנה (נוי-מאיר, 1976; לנדאו ושות', 2015). בין שתי מלחמות העולם נרשמו בקרב הבדואים בצפון הנגב עוני ומחסור עד כדי רעב, וכדי להקל על המצב פיתח שלטון המנדט הבריטי מקורות מי שתייה,

למבנים המכונסים הקדומים (איור 4). הנקודות שעשויות להיות רלוונטיות גם לתקופות הקדומות הן: גידול הכבשים בצפון הנגב, בייחוד באזור ערד, אינו תואם לנתוני הסביבה; המעבר לגידול כבשים בסוף המאה ה-19 נעשה בעידוד השלטון העות'מאני מסיבות כלכליות, ועד היום הדבר אפשרי הודות למעורבות המדינה בשני נושאים מרכזיים: אספקת מים ליישובי הבדואים המוסדרים והובלת עדרי הכבשים צפונה למרעה ירוק עונת. החלוקה הפנימית של מכלאות הכבשים בתחילת עונת המרעה הירוק בסוף החורף מתאפיינת בחלוקת משנה

הנושא מוכר בקרב משפחות הבדואים החיות כיום בצפון הנגב: העניות יותר מהן כמעט שאינן ניזונות מבשר הצאן, מאחר שהוא הבסיס הכלכלי שלהן, ומיועד כמעט כולו למכירה (Abu-Rabia, 1994).

### תיעוד מחנות מרעה בדואים ביערות מודיעין

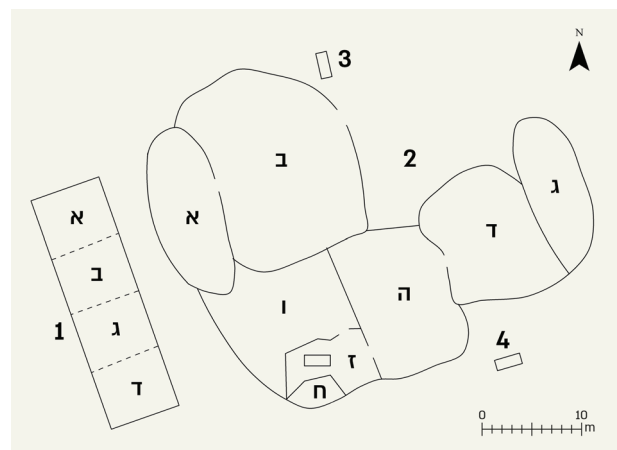
ביערות קק"ל שהוחכרו לבדואים מאזור ערד למשך חודשי המרעה הירוק בין סוף החורף לראשית הקיץ תועדו שלושה מחנות מרעה. הסעת עדרי הכבשים ליערות תרמה לא רק לאפשרות לגדל כבשים גם בצפון-מזרח הנגב הדל בצמחייה, אלא גם לניקוי היערות מעשבייה יבשה ודליקה בקיץ במטרה למנוע שרפות (פרבולוצקי ולנדאו, 1988; אבלגון ושות', 2014; Abu-Rabia, 1994). תנאי החכירה חייבו את הבדואים לבנות מכלאות מחומרים קלים שמקילים על פירוקן בסיום עונת המרעה. מגבלה זו אילצה את הבדואים לבנות מכלאות כבשים בסגנון מסורתי, המתאפיינ בחלוקת פנימית ליחידות משנה רבות (איורים 1, 2, 3), הדומות



איור 2

#### מחנה רועים ב' בפארק מודיעין

המחנה נבנה בתחילת האביב, והיה מאוכלס בזמן המיפוי ב-2 באוגוסט 2000 בסוף עונת המרעה, בידי נציגי משפחה שברשותה היו כ-300 כבשים. המחנה כלל: 1: אוהל מגורים מופרדות במחיצות בד; א. חדר אירוח; ב. מטבח; ג. חדר נשים; ד. חדר גברים; 2: מכלאה מחולקת לשמונה יחידות משנה: א. חצר ששטחה כ-70 מ"ר שבה כ-30 טלאים בני 4-5 חודשים שיוצאים למרעה; ב. חצר ששטחה כ-200 מ"ר שבה כ-150 כבשים בהיריון; ג. חצר ששטחה כ-70 מ"ר ובה 16 כבשים בוגרים שלא יוצאים למרעה; ד. חצר ששטחה כ-100 מ"ר שבה כ-40 טלאים בני פחות מ-3 חודשים שלא יוצאים למרעה; ה. חצר ששטחה כ-120 מ"ר ובה כ-80 כבשים אימהות לטלאים שהופרדו לחצרות א ו-ד, המשמשות גם אזור הנקה והאכלה של הטלאים; ו. חצר ששטחה כ-100 מ"ר לשנת לילה של 80 הכבשים שבחצר ה; ז. אזור חליבה; ח. מקום שינה של רועה צאן; 3, 4: מיטות לשנת לילה של בני המשפחה לשמירה מטורפים ומגנבים.



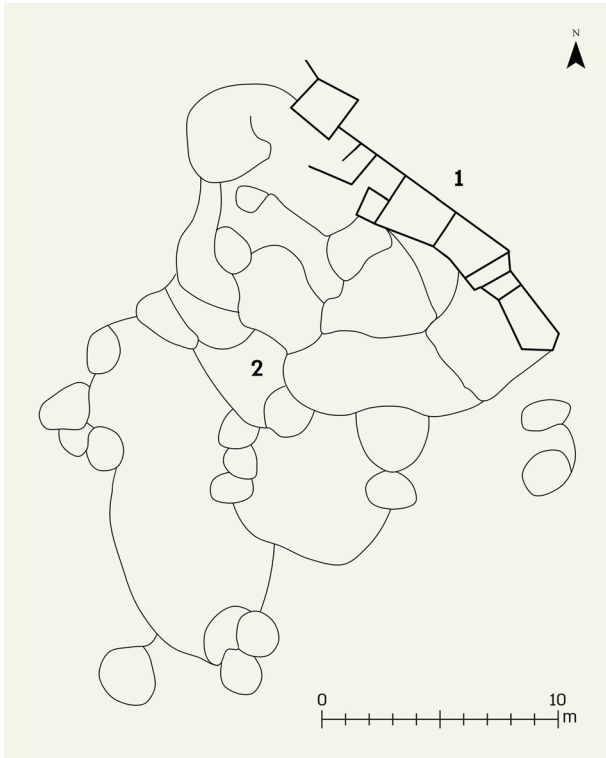
איור 1

#### מחנה רועים א' בפארק מודיעין

המחנה היה מאויש בזמן המיפוי ב-2 באוגוסט 2000, בסוף עונת המרעה, בידי נציגי משפחה שברשותה היו כ-300 כבשים. המחנה כלל: 1: אוהל מגורים שמידותיו כ-24x8 מטר, ובו ארבע יחידות מופרדות במחיצות בד; א. חדר אירוח; ב. מטבח; ג. חדר נשים; ד. חדר גברים; 2: מכלאה מחולקת לשמונה יחידות משנה: א. חצר ששטחה כ-70 מ"ר שבה כ-30 טלאים בני 4-5 חודשים שיוצאים למרעה; ב. חצר ששטחה כ-200 מ"ר שבה כ-150 כבשים בהיריון; ג. חצר ששטחה כ-70 מ"ר ובה 16 כבשים בוגרים שלא יוצאים למרעה; ד. חצר ששטחה כ-100 מ"ר שבה כ-40 טלאים בני פחות מ-3 חודשים שלא יוצאים למרעה; ה. חצר ששטחה כ-120 מ"ר ובה כ-80 כבשים אימהות לטלאים שהופרדו לחצרות א ו-ד, המשמשות גם אזור הנקה והאכלה של הטלאים; ו. חצר ששטחה כ-100 מ"ר לשנת לילה של 80 הכבשים שבחצר ה; ז. אזור חליבה; ח. מקום שינה של רועה צאן; 3, 4: מיטות לשנת לילה של בני המשפחה לשמירה מטורפים ומגנבים.

בודדים בהשוואה למכלאות הפשוטות יותר, המזהות כמכלאות עיזים. יוצאת מכלל זה קבוצת יישובים מתקופת הברונזה הקדומה הפרוסה בין ערד לדרום סיני, שתוארכה למחצית הראשונה של האלף ה-3 לפנה"ס. בקבוצה זו ניכרת דומיננטיות של המבנים המכונסים, ומספרם מגיע למאות רבות.

יש לציין שאין אחדות דעים באשר להגדרת קבוצות היישוב מתקופת הברונזה הקדומה (2200–3500 לפנה"ס) בנגב ובסיני (Rosen, 2017), אולם לא נוכל לדון בכך במאמר זה. תמונת היישוב המוצגת כאן מתבססת על מחקרי עמירן בערד (Amiran, 1978), בית אריה בדרום סיני (Beit-Arieh, 2003), וסקר מערב הר הנגב (היימן, 1998). כאמור, האפשרות שהמבנה המכונס מייצג מכלאה עלתה כבר לפני כמאה וחמישים שנה (Palmer, 1871: 78–82, 291–299, 134–139), וכך גם בחפירות בדרום סיני בשנות ה-70 (Beit-Arieh, 2003: 26).



איור 4

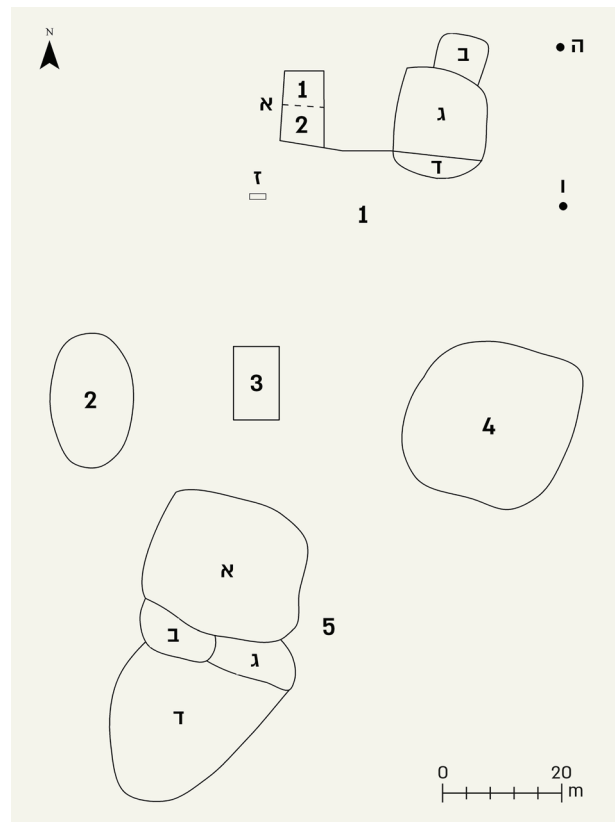
**מבנה מכונס מתקופת הברונזה הקדומה, כ-4 ק"מ צפונית מזרחית לעין קדיס**

המבנה כולל: 1. שורת חדרים מלבניים מטיפוס "ערדי" (ראו בהמשך), מידותיה כ-3x15 מטר שקירותיה נבנו מאבנים גדולות שאורכן עד כ-0.80 מטר. 2. מכלאה ששטחה כ-350 מ"ר המחולקת לכ-30 יחידות משנה ששטחן 4–70 מ"ר. תוכנית האתר עשויה לשקף מחנה של כמה משפחות, שכן ישנה שורת חדרי המגורים. קירות המכלאה נבנו מאבנים קטנות עד גובה של כ-0.50 מטר, וההבדל באיכות הבנייה בינו לבין חדרי המגורים בולט. לפי היימן (1986). האזור באדיבות רשות העתיקות.

מינימלית, והחלוקה ליחידות משנה רבות מאפיינת את סוף עונת המרעה הירוק. כאמור, העניין הוא אתגר פירוש המבנים המכונסים בתקופת הקדומות בנגב ובסיני כמכלאות כבשים. דיון נרחב בנושא אינו אפשרי, ולפיכך נציג רק יישוב אחד להדגמה.

**מבנים מכונסים מתקופת קדומות בהר הנגב**

מבנים מכונסים זהו, כאמור, ברוב פרקי היישוב הקדומים בנגב, החל בתקופת הברונזה הקדומה, אולם באחוזים



איור 3

**מחנה רועים ג' כ-500 מטר צפונית מערבית לתל חדיד**

המחנה היה בתהליך פירוק בזמן מיפוי האתר בתחילת חודש יוני 2002, בידי נציגי שתי המשפחות שאכלסו אותו בין ינואר למאי 2002, ושבעולותן כ-900 כבשים. המחנה כלל:

1. מתחם ובו: א. אוהל מגורים המחולק לנשים (1) ולגברים (2) ב. חצר לכבשים אחרי המלטה, ללא הטלאים; ג. כבשים שעדיין לא המליטו; ד. טלאים שהופרדו מאמותיהן שבחצר ב; ה. יתד עם חבל לקשירת כלב; ו. יתד לקשירת חמור; ז. שוקת עשויה מחצי חבית; 2. תצוגת טלאים למכירה (המחנה נמצא כ-3 ק"מ ממזרח ללוד); 3. אוהל של נציגי משפחה שנייה המשמש גם לאירוח; 4. מכלאה ששטחה כ-450 מ"ר שהחזיקה כ-400 כבשים ללא טלאים; 5. מכלאה שכוללת: א. חצר ששטחה כ-350 מ"ר שהחזיקה כ-200 כבשים אימהות לטלאים; ב. חצר לכ-30 טלאים שרק נולדו; ג. אזור חליבה; ד. חצר ששטחה כ-200 מ"ר שהחזיקה כ-170 טלאים.

## דין

המכונס.

באתרי קבוצה זו בולטים ממצאים נוספים המאפשרים לשער שיש קשר בין ההיקף הנרחב של גידול הכבשים לגורם חיצוני, במקרה זה העיר ערד הקדומה:

\* המבנה המלבני "הערדי" – הדומיננטי בערד, נפוץ בדרום סיני ובאתרי קבוצת היישובים הנדונה כאן (Beit-Arieh, 2003).

\* "הפערור הערדי" – קנקן הנפוץ בערד, בדרום סיני ובאתרים שביניהם. בדיקות פטרוגרפיות מצאו שחלק ניכר מהקנקנים יוצר בדרום סיני. חובה לציין שטרם נחקר מה הובילו בקנקנים הללו.

\* "מגרד מניפה" – כלי צור שטוח שקוטרו כ-10 ס"מ, בעל שוליים חדים המהווה עד כ-25% מכלל כלי הצור באתרי קבוצת היישובים ה"ערדית", לעומת 5% באתרים מקבוצות יישוב אחרות מתקופת הברונזה הקדומה. האחוז הגבוה מתיישב עם העובדה שכלי צור זה לא יוצר באתרים הללו, אלא במרכז ייצור בהר קרן, ומשם הופץ לכל המרחב (Rosen, 1997). מחקר בנושא הראה שמגרד המניפה יעיל באופן מיוחד לגז הצמר העבה של הכבשים (Barket and Bell, 2011), דבר המחזק את ההשערה שהמבנה המכונס הוא מכלאת כבשים. אומנם נמצאו עדויות לשימושים נוספים לכלי זה (Yerkes et al., 2016), אולם אין בכך סתירה לאפשרות להשתמש בו גם לגז.

בחפירות בערד (Amiran, 1978) נמצא מספר רב של עצמות עיזים וכבשים. ערד מוגדרת כיישוב עירוני, אין בה מכלאות, וניתן לשער שמקור העצמות הוא במסחר. היות שבכל מקרה, על פי הנתונים כיום, תנאי הסביבה אינם מאפשרים גידול כבשים בבקעת ערד, שני אזורים באים בחשבון למקורם: האחד מצפון לבקעת ערד, אזור המשופע במרעה, כגון דרום הר חברון (Lev-Yadun, 1997) ושוליה המערביים של השפלה (Gophna et al., 1986), והשני מהמרחב המדברי שמדרום. ממצאי התרבות החומרית מצביעים במפורש על הקשר בין ערד לאתרים שמדרום ועל השונות בינה לבין האתרים שמצפון, ולפיכך אין מנוס מהמסקנה שמקור המסחר בכבשים הוא הדרום.

## סיכום

מטרת המאמר הנוכחי הייתה לעמוד על הדמיון בין מכלאות הכבשים של הבדואים ביערות מודיעין לבין טיפוס מכלאה דומה שזוהה בפרקי יישוב קדומים בנגב, החל בתקופת הברונזה הקדומה. במסגרת בחינת הנושא לא ניתן היה להתחמק מכמה גורמים בולטים הקשורים לגידול כבשים בצפון הנגב, כיום כמו בעבר. הבדואים שבנו את מחנות המרעה ביערות מודיעין מקורם

בחינת גידול הכבשים בצפון הנגב ובהר הנגב כיום מראה שלא תנאי הסביבה לבדם הכתיבו בעבר ומכתיבים כיום את הרכב עדרי הצאן: בצפון הנגב, למרות תנאי הסביבה הירודים, מגדלים עד היום כבשים בתמיכת השלטון שמתבטאת בהובלה של עדרי הכבשים למרעה ירוק ביערות קק"ל ובאספקת מים; בהר הנגב, שם תנאי הסביבה טובים יותר מבחינה זו, שבט הסרחין לא גידל כבשים, מן הסתם בשל הזנחה שלטונית וריחוק ממרכזי השליטה ומהשווקים, עוד מהתקופה העות'מאנית ועד יישום הסכם השלום עם מצרים בתחילת שנות ה-80 שבמסגרתו עבר השבט למצרים. לעומת זאת, שבט הקודיראת, שכנו של שבט הסרחין ממערב, גידל כבשים על בסיס תנאי הסביבה. יש לציין שמטעי הדקלים בנווה המדבר עין אל-קודיראת, שעובדו בידי השבט, היו בבעלות תושבים מאל-עריש, ודי בכך כדי להצביע על קשר עם גורם חיצוני שיכול לצרוך את הכבש ומוצריו. המעיינות שהיו בתחום שבט הסרחין, כגון עין קדיס ועין המערה, אינם בסדר גודל של עין אל-קודיראת, וגם לא שטחי הקרקע החקלאית, אולם גם לצד מעיינות מערב הר הנגב נמצאו ואדיות בעלי פוטנציאל למרעה כבשים כפי שצוין לעיל. בהקשר זה ראוי גם לציין את הצלחת גידול הכבשים בידי הבדואים באזור דימונה על בסיס תנאי הסביבה לבדם, הדומים יותר לאלה של הר הנגב (Eldar et al., 1992), מן הסתם בשל העובדה שהאזור אינו מבודד כמו הר הנגב, ונגיש יותר למסחר.

בכל הנוגע ליחסי הגומלין בין הבדואים לסביבה הטבעית, במאמר ביקורתי נגד כמה תזות ארכאולוגיות טען פרופ' מרקס שלא ניתן לראות בבדואים דוגמה לנוודים רועי צאן או דוגמה להסתגלות לסביבה המדברית (Marx, 1992), אלא שיש לראות בהם אלמנט נוודי למחצה שחי בספר יישובי הקבע, במסגרת שלטון מדינה. כאמור, הבדואים המאכלסים כיום את צפון הנגב נדחקו לשם משולי הארץ הנושבת שמצפון במסגרת ההסדר העות'מאני בסוף המאה ה-19, וכלכלתם אינה משקפת הסתגלות לסביבה אלא כניעה לתכתיבי השלטון ומעבר מדורג להתיישבות קבע שנמשך מסוף המאה ה-19 ועד היום. לפיכך, יש להביא בחשבון שגם התפרסות הנוודים בעבר עשויה לשקף קשר עם גורם חיצוני בעל אינטרסים שונים במדבר, כגון דרכי מסחר, מכרות ונוכחות צבאית.

רוב המכלאות הקדומות בנגב משקפות גידול עיזים, ורק כ-5% מהן הם מבנים מכונסים שניתן ליחסם לגידול כבשים. כאמור, יוצאת דופן היא קבוצת יישובים מתקופת הברונזה הקדומה, שאתריה פרוסים בין ערד לדרום סיני, ברובם בקרבה למקור מים, ובולטת בהם הדומיננטיות של המבנה

ושות', 2015) הבליט את הקשיים הכלכליים ההולכים וגדלים של מגדלי הכבשים במציאות המודרנית, שבאים לידי ביטוי בעלויות החכרת שטחי היערות, באספקת המים ובקשיים נוספים שלא ניתן לדון בהם כאן.

## תודות

מיפוי מחנות המרעה התאפשר הודות למענק מחקר מטעם מרכז ג'ו אלון בשנים 2000–2002. מיפוי מערכות החקלאות והיישובים התאפשר הודות למענק מחקר מטעם International Arid Lands Consortium לשנים 2004–2006, ולקרנות קראוטהאמר, מוסקוביץ וקושיצקי מטעם המחלקה ללימודי ארץ ישראל באוניברסיטת בר אילן ורשות העתיקות עד שנת 2016.

תודה לכל מי שסייע בעבודת השטח ובהבהרת המידע הקשור לגידול כבשים: לעידו רסין מפקח קק"ל באותן שנים שהציג אותי בפני רועי הצאן הבדואים ובזכותו נמסרו הנתונים על גודל עדרי הכבשים ומשמעות החלוקה ליחידות המשנה של המכלאות, לד"ר יצחק ביילי, לפרופ' אבי פרבולוצקי, לפרופ' עארף אבו-רביעי ולג'קי שמואלי ז"ל, שגידל כבשים במושב אורות. תודה מיוחדת למעריך של מאמר זה על ההארות וההערות.

באזור ערד. הם שכרו את שטחי היערות למרעה עונתי ירוק, והם עדות למגבלת גידול כבשים בצפון הנגב המסתמכת רק על תנאי הסביבה. ההשערה שהעיר ערד בתקופת הברונזה הקדומה הייתה קשורה לדרום המדברי דווקא, מבוססת על הזהות בתרבות החומרית, בעיקר מבני מגורים מטיפוס "ערדי" וקרמיקה "ערדית" שחלק ניכר ממנה יוצר בדרום סיני, ועוד. נוסף על כך, באתרי המדבר המשתייכים לקבוצת היישובים של ערד, שרובם ככולם נמצאו ליד מקורות מים, בולטת הדומיננטיות של המבנים המכונסים, והממצא הבולט הוא האחוז גבוה של מגרדי המניפה שיש שפירושוהו ככלי לג' צמר הכבשים.

מנקודת המבט של החברה הבדואית כיום, העוברת בעשורים האחרונים שינויים מרחיקי לכת לחיים עירוניים תוך נטישת הפרנסות המסורתיות, כגון חקלאות ומרעה, לא ניתן לקשור בין גודל האוכלוסייה כיום (כ-300,000) לייצור מזון עצמי במרחב הסמוך. בכל מקרה, הבדואים שממשיכים לגדל כבשים, תלויים בהסעת עדריהם למרעה ירוק עונתי, כמו בעבר. באשר למרעה העונתי ביערות קק"ל, יש להביא בחשבון לא רק את התרומה האקולוגית של מרעה הכבשים ביערות קק"ל, אלא את העובדה שהמרעה הירוק קריטי לעצם האפשרות להמשיך ולהחזיק בעדרי כבשים גדולים באזורים שחונים. דומה שהסיכום האחרון בנושא (לנדאו

## מקורות

זליגמן נ, תדמור נ ורז צ. 1962. **סקר המרעה הטבעי בנגב המרכזי**. קונטרס ס"ז. המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, המחלקה לפרסומים. לנדאו י, אבו-רביעה ע, אבלגון ד ואבו-סיאם ס. 2015. הרעייה העונתית של עדרי הבדואים ביערות קק"ל: התפתחויות מ-2009 ל-2014. **יער**, 15, 30–39. מרקס ע. 1974. **החברה הבדואית בנגב**. תל אביב. נוי-מאיר ע. 1976. ניתוח אקולוגי של משק המרעה הבדואי. **רשימות בנושא הבדואים**, 7. מדרשת שדה בוקר, בית ספר שדה, עמ' 10–18. פרבולוצקי א ולנדאו י. 1988. **שיפור ופיתוח ענף הצאן במגזר הבדואי בנגב הצפוני, חוות הדגמה לבדואים – להבים**. דו"ח מקצועי 1982–1988. בית דגן: מנהל המחקר החקלאי.

Abu-Rabia A. 1994. *The Negev Bedouin and Livestock Rearing*. Oxford: Berg Publishers Limited.  
Amiran R. 1978. *Early Arad*. Jerusalem.  
Ashkenazi E, Avni Y, and Chen Y. 2020. The vitality of fruit trees in ancient Bedouin orchards in the arid Negev highlands (Israel): Implications of climatic change and environmental stability. *Quaternary International*, 545, 73–86.  
Bailey C. 1980. The Negev in the nineteenth century: Reconstructing history from Bedouin oral tradition. *Asian and African Studies*, 14, 35–80.  
Barkat TM and Bell CA. 2011. Tabular scrapers: Function revisited. *Near Eastern Archaeology*, 74, 56–59.

אבלגון ד, קומיסרצ'יק ש, ניסן י וזליגמן נ. 2014. המרעה וניצולו ביערות הנוטעים במרחב המרכזי של קק"ל, **יער**, 13, 18–26.  
אל-עארף ע. 2000. **תולדות באר שבע ושבטיה**. ירושלים: הוצאת אריאל (הדפסה מחודשת של התרגום לעברית משנת 1937).  
אשכנזי א. 2013. **שרידות עצי פרי בבוסתנים בדוים נושאים בהר הנגב המרכזי והשפעת הגורמים הגיאולוגיים, הגיאוגרפיים והאנתרופולוגיים עליה** (חיבור לקבלת תואר דוקטור). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים.  
בן-דוד י ואוריון ע. 1998. אורח חיים ודפוסי קיום של בדוים העזאזמה בהר הנגב, בתוך: אחיטוב ש (עורך). **מחקרים בארכיאולוגיה של נוודים בנגב ובסיני**. רשות העתיקות ואוניברסיטת בן-גוריון בנגב, הוצאת מדרשת שדה-בוקר. עמ' 175–216.  
בר צבי ש ובן-דוד י. 1974. בדוים הנגב בשנות השלושים והארבעים של המאה העשרים, **מחקרים בגיאוגרפיה של ארץ ישראל**, 10, 107–136.  
היימן מ. 1986. **הסקר הארכיאולוגי של ישראל, מפת הר חמרן דרום-מערב** (198). ירושלים: אגף העתיקות.  
היימן מ. 1998. נוודים וישובי קבע בהר הנגב בתקופת הברונזה הקדומה, בתוך: אחיטוב ש (עורך). **מחקרים בארכיאולוגיה של נוודים בנגב ובסיני**. רשות העתיקות והוצאת הספרים של אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, עמ' 103–122.  
היימן מ. 1999. סקרים ביערות הקרן הקיימת לישראל, **חדשות ארכיאולוגיות**, 110, 111–110.  
הקר-אוריון ד. 1999. עצמות בעלי-חיים מאתרים בני תקופת הברונזה התיכונה א' בהר הנגב. בתוך: כהן ר (עורך). **התיישבות הקדומה בהר הנגב כרך א'**. ירושלים: רשות העתיקות. עמ' 327–335.

- Maltz E and Shkolnik A. 1980. Milk production in the desert: Lactation and water economy in the black Bedouin goat. *Physiological Zoology*, 53/1, 12–18.
- Marx E. 1992. Are there pastoral nomads in the Middle East? In: Bar-Yosef O and Khazanov A (Eds). *Pastoralism in the Levant, Archaeological Materials in Anthropological Perspectives*. Monographs in World Archaeology No. 10, Madison Wisconsin, pp. 255–260.
- Palmer EH. 1871. *The Desert of the Exodus*. Cambridge: Deighton, Bell.
- Rosen SA. 1997. *Lithic after the Stone Age: A Handbook of Stone Tools from the Levant*. Walnut Creek, CA: Alta Mira.
- Rosen SA. 2017. *Revolutions in the Desert: The Rise of Mobile Pastoralism in the Negev and the Arid Zones of the Southern Levant*. New York: Routledge.
- Shahack-Gross R, Marshall F, and Weiner S. 2003. Geo-ethnoarchaeology of pastoral sites: The identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements. *Journal of Archaeological Science*, 30, 439–459.
- Shkolnik A, Maltz E, and Gordin S. 1980. Desert conditions and goat milk production. *Journal of Dairy Science*, 63/10, 1749–1754.
- Silanikove N, Tagari H, and Shkolnik A. 1993. Comparison of rate of passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert Bedouin goats compared to Swiss saanen goats. *Small Ruminant Research*, 12, 45–60.
- Yerkes RW, Barkai R, Gopher A, Zutovski K. 2016. The use of fan scrapers: Microwear evidence from Late Pottery Neolithic and Early Bronze Age, Ein Zippori, Israel. *Journal of Lithic Studies*, 3, 1–21.
- Beit-Arieh I. 2003. *Archaeology of Sinai, The Ophir Expedition*, Monograph Series of the Institute of Archaeology of Tel Aviv University 21, Tel-Aviv.
- Choshniak I, Wittenberg C, Rosenfeld J, and Shkolnik A. 1984. Rapid rehydration and kidney function in the black Bedouin goat. *Physiological Zoology*, 57/1 5, 573–579.
- Eldar I, Nir Y, and Nahlieli D. 1992. The Bedouin and their campsites in the Dimona region of the Negev: Comparative model for the study of ancient desert settlements. In: Bar-Yosef O and Khazanov A (Eds). *Pastoralism in the Levant: Archaeological Materials in Anthropological Perspectives*. Madison, WI. pp. 205–217.
- Finch VA, Dmi'el R, Boxman R, Shkolnik A, and Taylor CR. 1980. Why black goats in hot deserts? Effects of coat color on heat exchanges of wild and domestic goats. *Physiological Zoology*, 53/1, 19–25.
- Gophna R, Liphsehitz N, and Lev-Yadun S. 1986. Man's impact on the natural vegetation of the central coastal plain of Israel during the Chalcolithic and the Bronze Age. *Tel Aviv*, 13, 71–84.
- Kolska Horwitz L. 2014. Early Bronze Age fauna from three sites in the Negev highlands. In: Saidel BA and Haiman M (Eds). *Excavations in the Western Negev Highlands, Results from the Negev Emergency Survey 1979–89*. BAR International Series 2684, pp. 137–144.
- Lev-Yadun S. 1997. Chapter 5: Flora and climate in Southern Samaria: Past and present. In: Finkelstein I, Lederman Z, and Bunimovits S (Eds). *Highlands of Many Cultures: The Southern Samaria Survey: The Sites*. Tel Aviv University, Institute of Archaeology, Monograph Series 14. pp. 85–102.



רעיית כבשים בפארק עדולם, 2015  
צילום: יוסי זמיר, ארכיון הצילומים של קק"ל



# אקלום והשבחת עצים – כלים יישומיים בהיערכות לשינוי האקלים

אביב אייזנבנד \* | חגי יבלוביץ'

אגף הייעור, קק"ל  
Aviv@kkl.org.il \*

## תקציר

בישראל ומציגים יתרון בולט לפחות באחת מהתכונות המבוקשות (עמידות ליובש, יצירת נוף מרשים ועוד) וזאת בהשוואה לפרטים אחרים מאותו מין באותו בית גידול.

פעולות אקלום והשבחה נעשו על ידי קק"ל במיני עצי מחט, כגון אורן ירושלים, אורן הצנובר, אורן קנרי וברוש מצוי, כמו גם במינים רחבי עלים, כגון שיטה סלילנית, אלון התבור, אלה אטלנטית ומינים רבים בסוג איקליפטוס. מאמר זה בא להציג את חשיבותן של פעולות השבחה ואקלום למיני עצים כדי לספק פתרונות לצרכים ולאתגרים המשתנים בייעור בישראל.

בעשורים האחרונים מתרחש ברחבי העולם שינוי האקלים, המאופיין במיעוט משקעים, בשינוי בדפוס פיזור הגשם ובעלייה בתדירות גלי חום, וגורר ריבוי שרפות והתפרצות מזיקים. התוצאה היא התנוונות היער ותמותה של מיני עצי יער רבים. היערכות לשינוי האקלים מחייבת שינויים באופן שאנו מקימים יערות כמו גם שינויים בממשק היער הוותיק, והמטרה היא לצמצם ככל הניתן את הפגיעה ביערות בישראל.

שני כלים מרכזיים ומקובלים בעולם להשגת מטרה זו הם אקלום והשבחה, לקידום השימוש במינים או בטיפוסים בעלי תכונות רצויות עבור בתי גידול קשים. הבעיות המרכזיות הן עמידות ליובש ועמידות למזיקים ולמחלות. איתור מינים וטיפוסים אלה מתבצע במסגרת פעולות האקלום וההשבחה. בפעולת האקלום מתבצעים איתור, בחינה והכנסה לשימוש בייעור של מינים או טיפוסים שאינם מקומיים כמענה לאתגרים ולצרכים שאינם מתקבלים מהמינים או מהטיפוסים המקומיים. בפעולת ההשבחה נעשה שימוש בטיפוסים שהופיעו ספונטנית ביערות ותיקים

### מילות מפתח

מינים מקומיים, עמידות ליובש, תמותת עצים



## מבוא

תמותה נרחבת של אורנים וברושים, ושל מיני חורש טבעי, כגון אלון ואלה (אין נתונים לגבי כל סוג בנפרד). העובדה שבמהלך שנים רבות הנטיעות התבססו ברובן על מיני אורן, באה לידי ביטוי בשיעור תמותה גבוה יחסית (74%) של מינים אלה מסך כל העצים שנפגעו מיובש או ממזיקים כגורם משני לתמותה (גולן, 2018).

על פי ניתוח הגורמים לתמותת עצים (Klein et al., 2019), כרבע ממקרי התמותה היו קשורים ישירות לתקופות בצורת. שרפות גרמו ל-58% ממקרי תמותת העצים (שני שלישים מהשרפות התחוללו בשנות בצורת). גורם נוסף שהביא לתמותה היו מזיקים, ובהם חיפושיות קליפה וכנימות. כפי הנראה, הבצורת השפיעה גם על העמידות של העצים לחרקים מזיקים, שכן 54% ממקרי התמותה שנמצאו קשורים למזיקים, התרחשו בשנים מעוטות משקעים. לעומת זאת, רק 13% ממקרי התמותה אירעו בעת סופות שלגים, שגרמו לעצים רבים לקרוס. המסקנה היא שיש לשים את הדגש על טיפוסים (גנוטיפים) עמידים ליובש ולטמפרטורות גבוהות של המינים העיקריים שיש בהם עניין לנטיעות בישראל. אקלום (introduction) והשבחה (tree improvement) הם אחת מהדרכים להתמודדות עם שינוי אקלים, וכך גם הקפדה על ממשק ניהול היער, בעיקר דילול בעיתוי ובעוצמה הנדרשים, קציר נגר ופעולות אגרוטכניות נוספות (אסם ושות', 2014).

### אקלום של עצי יער בישראל

**אקלום** (introduction) הוא גישה המתבססת על שימוש במינים שאינם מקומיים כמענה לאתגרים ולצרכים שאינם מתקבלים מהמינים המקומיים. זוהי אחת הגישות המקובלות בעולם להתמודדות עם אתגרים כמו תנאי סביבה קשים (בישראל, למשל, אוקלמו מיני שיטה ואיקליפטוס), והיא מאפשרת גם לספק את שירותי המערכת האקולוגית (ecosystem services) שלא ניתן לקבלם מייעור במינים מקומיים, כמו האבקה של גידולים חקלאיים (מינים שונים של איקליפטוס), טיילות ונופש (מינים של עצי מחט גבוהים) וגיוון נופי (מיני ארז).

במשך למעלה ממאה שנים נעשו ניסיונות של גופים שונים, ובעיקר של קק"ל, להתאים מיני עצים שאינם מקומיים לתנאי הארץ. הובאו ארצה מינים בעלי תכונות של עמידות ליובש ולמזיקים שונים (מצוקוקוס למשל) מחד גיסא וכושר צימוח מיטבי מאידך גיסא, תכונות שבמקרים רבים אינן קיימות במינים המקומיים בישראל. חלק קטן ממינים אלה אוקלם בהצלחה ומשמש לנטיעות יערניות, כמו אורן ברטיה (*Pinus brutia*), אורן הצנובר (*P. pinea*) אורן קנרי (*P. canarensis*), ברוש אריזוני (*Cupressus arizonica*)

שינוי האקלים המתרחש בעשורים האחרונים יוצר איום חמור על קיומם של יערות. היכולת של צמחים להסתגל לשינוי האקלים עלולה לשנות את ההרכב, המבנה והפיזור של מיני עצים ביערות באזורים רבים בעולם (Allen et al., 2010). ההסתגלות של צמחים לסביבה משתנה תלויה באורכו של מחזור החיים של הצמח, ולכן צמחים רב-שנתיים, ובעיקר עצים בעלי אורך חיים של עשרות ואף מאות שנים, צפויים לשיעורי תמותה גבוהים יחסית בעקבות עקת יובש (Allen et al., 2010). הסיבה העיקרית לכך היא חוסר היכולת של מינים אלה לעבור ברירה טבעית מהירה, ולכן אם אין להם מנגנון פיזיולוגי מתאים להתמודדות עם העקה, הם עלולים להיכחד (Klein et al., 2013).

בשנת 2022 פורסם מאמר שסקר וניתח 154 מחקרים משש יבשות, 675 אתרים ו-1,303 חלקות (Hammond et al., 2022). במאמר נסקרה תמותת עצים בעקבות שנות בצורת שאופיינו גם בטמפרטורות גבוהות, ונקבע שתופעה זו נבעה משינוי האקלים במהלך השנים 1970–2018. הממצאים מעלים כי בעשרות השנים האחרונות ישנה תמותה של יערות ברחבי העולם בבימות (חברות אקולוגיות) שונות, שנגרמה בשל שינוי האקלים. כמו כן, נמצא מתאם חיובי בין בצורת שאופיינו בטמפרטורות גבוהות, לשיעורי התמותה של עצים. בצורת כאלה חורגות מהגבולות של אזורי אקלים היסטוריים, שהצמח המקומי הותאם אליהם, ובעקבות זאת נפגע חוסנו של היער, וחלה עלייה בשיעור התמותה של עצים בבתי גידול רבים. על פי הממצאים, הבצורת הקשות גרמו נזקים רבים. משנת 2010 נצפתה תמותה של כחצי מיליארד עצים בטקסס ובקליפורניה. במרכז אירופה גרמה בצורת שלווה בטמפרטורות גבוהות לפגיעה נרחבת ביערות משנת 2018. ביערות טרופיים לחים באגן האמזונס תועדו שלושה אירועים גדולים של תמותת יערות נרחבת משנת 2005. כמו כן, בדרום-מערב אוסטרליה תועדו פגיעות נרחבות ביערות במהלך השנים 2018–2019 (Hammond et al., 2022).

בארץ נערך סקר מקיף שבחן את ההיקף והגורמים לתמותה של עצים ביערות הארץ מ-1948 ועד 2017 (Klein et al., 2019). החוקרים דיווחו כי ההיקף הכולל של שטחי היער שנצפתה בהם תמותת עצים במהלך שבעת העשורים שנסקרו הוא כ-65 אלף דונם. נמצא, כי בשנים 1990–2010 תועדו 73% מסך כל מקרי תמותת העצים במהלך כל תקופת הסקר. בתקופה זו אירעו השנים החמות והיבשות ביותר בישראל, ובמהלכן התרחשו השרפות הגדולות ביותר שאירעו במדינה – השרפה בשער הגיא ב-1995 ושרפת הענק בכרמל ב-2010. בארץ נצפתה בעשורים האחרונים

של איקליפטוס, וכן ניטעו שיטת עלי ערבה (*A. salicina*) וארבעה מינים של אראוקריה, ברכיטון, קזוארינה ועוד (ביגר וליפשיץ, 1994). בעיר רחובות ניטע ארבורטום של עצי יער ע"ש מנחם אוסישקין. חלק מהעצים ששרדו מגן אקלום זה מצויים עד היום בשטח הפקולטה לחקלאות ברחובות ובמתחם מכון ויצמן סמוך לתחנת הרכבת של רחובות (מנדל, 2002). "הארבורטום הלאומי" הוקם באילנות, סמוך לנתניה, בשנות ה-50. כיום גדלים בו מעל 300 מינים שונים של עצים, שהובאו מאזורים גאוגרפיים שונים ברחבי העולם. בשנות ה-70 וה-80 של המאה הקודמת הוקמו עשרות חלקות אקלום באתרים שונים ברחבי הארץ, ונבחנו בהן התאמה של 135 מינים ואקוטיפים (תת-מין המתאים לתנאי בית גידול ספציפי) שונים. רוב העצים נבחנו באזור האקלים הים תיכוני, וחלק מהם באזור האקלים המדברי למחצה והמדברי (ויינשטיין, 2002). הסוגים העיקריים שנבחנו היו איקליפטוס, ברוש, אורן, שיטה, ינבוט, קזוארינה, טטרקליניס, קליטריס ומללויקה. בשנת 2001 החל מאמץ מרוכז לאקלום מיני איקליפטוס ושיטה לנטיעה ביערות במרחב דרום. שני מיני שיטה, שיטת אלטיו (*A. elatior*) ושיטה צהובת גזע (*A. xanthophloea*), הראו התפתחות טובה מאוד בנטיעות במרחב דרום. מאמץ רב הושקע בעשרים השנים האחרונות באקלום של מיני איקליפטוס שלא נבחנו בעבר. בסוג איקליפטוס קיימים מעל 700 מיני עצים שמקורם באוסטרליה, ומיעוטם צפונית לה, בגינאה החדשה. כללית, באזורים המאופיינים במשקעים רבים גדלים מיני איקליפטוס לגובה של 30–40 מטר, ואילו באזורים היבשניים גדלים מינים נמוכים, שמגיעים בבגרותם עד לגובה של 5–12 מטר, ולחלק מהם יש פריחה מרשימה וצוף בכמות גדולה. במהלך עשרות שנים של אקלום ניטעו מינים רבים של איקליפטוס בישראל, ונבחנו התאמתם של מינים נמוכי נוף לאזורים צחיחים. בשנים 2002–2004 הוקמו שבע חלקות מעקב, וניטעו בהן עשרות מינים שונים של איקליפטוס (קגן ואייזנבנד, 2011). החלקות ניטעו ביער איתן, ביער צרעה, במספר חלקות במשמר הנגב, בניר עוז, בדורות ובגילת. מדידת שיעור ההישרדות, מידת החיוניות וקצב הצימוח של העצים נערכה פעמיים בשנה, וכן נרשמו מועד הפריחה ומידת המשיכה של הדבורים. בשנת 2005 ניטעו שלוש חלקות מבחן נוספות בבית שאן, ביער רוויה וביער משמר הנגב. בשנת 2006 ניטעה חלקה בפארק באר שבע. בשנת 2007 ניטעה חלקה נוספת ביער שאללה בנגב המערבי.

נוסף על חלקות המבחן של האיקליפטוסים שהוקמו במהלך השנים, ניתן להבחין לעיתים קרובות בהצלחה יוצאת דופן של מיני איקליפטוס מסוימים בבתי גידול שונים בדרום, כמו איקליפטוס סלובריס (*Eucalyptus salubris*), איקליפטוס טורקוואטה (*E. torquata*), איקליפטוס סטריקלנדי (*E. stricklandii*), איקליפטוס פלטיפוס (*E. platypus*)

ועוד. נקודת ציון חשובה היא האקלום של האקוטיפ היווני של אורן ירושלים (*P. halepensis*), שהוכח כעמיד לכנימת המצוקוקוס הארץ-ישראלי, ואפשר את המשך הנטיעה של אורן ירושלים ביערות הארץ. מין זה היה המוביל בנטיעות ביערות קק"ל עד שנות ה-90. הוא עמיד יחסית ליובש, וניטע בהיקפים גדולים גם ביערות בדרום הארץ, שם היו יערות נטועים של אורן ברוטיה שנכחדו כמעט לחלוטין. בשנות ה-70 של המאה הקודמת התפשטה בארץ כנימת המצוקוקוס בשטחי יער רבים. בעקבות זאת, כבר בתחילת שנות ה-80 החלה קק"ל לייבא זרעים של אורן ירושלים ממקור יוני, שעמיד לכנימה. מזרעים אלה הוקמו חמש חלקות גם לזרעים לאורך מכל הגשם של ישראל מצפון לדרום (כרמיאל, נחל תות, משואה, אמציה וחירן), ובשני העשורים האחרונים הן משמשות מקור לכל שתילי אורן ירושלים הגדלים במשתלות קק"ל.

בתחילת המאה הקודמת היה רצון לפתח בישראל ענף יצרני של תפוקת עץ, כמקובל בארצות בעלות שטחי יער המשמשים לעצה. כשניטעו בארץ היערות הראשונים, רווחה הדעה שמיני העצים המקומיים אינם מתאימים להצמיח יערות גבוהי קומה. גישה זו הובילה לבחינת ההתאמה של מינים שהובאו ממקומות אחרים בעולם, שהתנאים הסביבתיים בהם, למשל האקלים, דומים לאלה של הארץ (לדוגמה: מיני איקליפטוס ומחטניים). הניסיון בארץ הוכיח שהפקת עץ מנטיעות יערניות בישראל אינה כלכלית.

רק בשנות ה-80 של המאה הקודמת החלה קק"ל לטעת מינים מקומיים, כמו אלון מצוי (*Quercus calliprinos*), חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*), שיטה סלילנית (*Acacia raddiana*) ואלה אטלנטית (*Pistacia atlantica*). נמצא כי לעתים קרובות מינים אלה אינם מסוגלים להתבסס בתנאי סביבה קשים, כמו רמת משקעים נמוכה, קרקעות דלות וקרקעות גריניות, ופעולות ייעור שהושקעו בהן משאבים רבים, בעיקר בדרום, ירדו לטמיון בשל נטיעת מינים מקומיים. חשוב לציין, כי לצד אקלום ופיתוח של שורת מינים וטיפוסים עמידים ליובש כפי שיתואר בהמשך, מבוצעות פעולות רבות אחרות לשיפור משק המים (קציר נגר), בעיקר עבור הנטיעות במרחב דרום, אך במאמר זה לא נעסוק בכך.

אקלום מיני עצים שימש כלי להעשרת מגוון המינים הגדלים בבתי הגידול הרבים והשונים המאפיינים את ישראל. לשם כך, הובאו ארצה מיני מחטניים, כגון אורן ברוטיה, אורן מקרין (*P. radiata*) וברוש מקרוקרפה (*C. macrocarpa*) מקליפורניה, המאופיינת באקלים ים תיכוני, וגם מאזורים אחרים באמריקה, מאירופה ומאפריקה. מאוסטרליה הובאו רחבי עלים, בעיקר מינים שונים של איקליפטוס. באתרים שונים ברחבי הארץ הוקמו חלקות אקלום (ארבורטום). בשנת 1920 הוקמה בקריית ענבים חלקת האקלום הראשונה לעצי יער בארץ. בחלקה ניטע אוסף של 60 מינים

ניטעים מכלואים של מיני אורן. בשיטה זו קיים פוטנציאל לפיתוח טיפוסים בעלי יתרון בעמידות למחלות ולמזיקים, בעמידות ליובש ועוד. לטיפוסים נבחרים אלה יש חשיבות רבה לכלל הנטיעות היערניות (Lebedev et al., 2020).

ג. **הנדסה גנטית** – השיטה מתייחסת למגוון טכניקות לביצוע שינויים בגנום של צמחים ובעלי חיים. לרוב מדובר על העברה בררנית של גנים או חלקים קטנים מהגנום לשם הוספת תכונה בודדת. בשנים האחרונות פותחה שיטה חדשה CRISPR-Cas9 (שינוי בגנום הצמח ללא הכנסה של גנים זרים) המותרת לשימוש בכל הארצות, כולל ישראל. השימוש בהנדסה גנטית להשבחה של עצי יער עדיין מצומצם בשל העלויות הגבוהות הכרוכות בו. דוגמה לכך הם הניסיונות שנעשו בארה"ב להשבחת איקליפטוס לעמידות לקור. נכון להיום טרם נעשה שימוש בשיטות של הנדסה גנטית להשבחה לצורכי ייעור בישראל.

המטרה העיקרית של השבחת עצי יער בישראל היא ניסיון לרבות ולגדל מינים וטיפוסים בעלי עמידות טובה ליובש, לקרקעות דלות, לקרקעות גירניות או נתרניות, למחלות ולמזיקים, לאירועי שלג ועוד, תוך התמקדות בעצי היער העיקריים הניטעים. שינוי האקלים מתבטא בעיקר במחזורים תכופים של שנות בצורת, ומחייב אותנו לשים דגש על תכונת העמידות ליובש.

### עיקרי פעולות השבחה שנעשו עד היום על ידי קק"ל

יש עניין רב באיתור פרטים המגלים כושר צימוח גבוה, בעיקר לנטיעות בדרום הארץ, כיוון שבאזור זה רבים מהמינים המקומיים שניטעו לא התפתחו לעצים ראויים. איתור הטיפוסים הרצויים לעמידות ליובש נעשה בעיקר בעומדי יער מהמינים העיקריים בייעור בישראל (אורנים, ברוש מצוי, ברוש אריזוני ועוד), שניזקו בעבר ממחזורים של שנות בצורת שהתרחשו בעשורים האחרונים, ולמעשה עברו ברירה טבעית.

בעשורים האחרונים החלו חוקרי יער בישראל לעסוק בפעולות השבחה. הם התמקדו במינים בעלי חשיבות עבור הייעור בישראל, כמו אורן ירושלים, מכלואים של אורן ברוטיה X אורן ירושלים, שיטה סלילנית, אלה אטלנטית ואלון התבור (*Q. ithaburensis*). החוקרים איתרו עצים נבחרים ("קלונים") המראים עמידות לתכונות מבוקשות, בעיקר ליובש, למזיקים או למחלות ולתנאי קרקע קשים, כמו קרקעות גירניות.

**מכלואים של אורן ברוטיה X אורן ירושלים** – מכלואים של שני המינים האלה, שנוצרו באמצעות הכלאות טבעיות, התגלו לראשונה ביוון ובאיטליה ובהמשך גם בישראל

איקליפטוס קורוגטה (*E. corrugate*) ועוד.

בשנים האחרונות לא נעשה ניסיון לאקלום מינים חדשים עקב לחץ גובר לשמר את אופיו המקורי והמקומי של הצומח ביער ובשטחים הפתוחים בישראל. נוסף על כך, יש המעלים את הטענה כי אקלום מינים בישראל עלול להביא לחדירת צמחים פולשים לישראל. עם זאת, מהלך אקלום קפדני שיתבסס על ידע קיים (סקירת ספרות), על הקמת חלקות אקלום קטנות באזורים שונים בארץ ועל מעקב רציף אחר התנהגות העצים הנבחרים, ימנע חדירה של צמחים פולשים.

### השבחה של עצי יער

**השבחה** (tree improvement) של עצי יער היא תהליך של יצירת טיפוסים של צמחים בעלי תכונות רצויות. ההשבחה נועדה בדרך כלל לספק מענה לצרכים או לאתגרים משתנים. בתחום המעשי של השבחת עצי יער ישנן מספר שיטות, והן יסקרו להלן.

א. **ברירה** (סלקציה) – שיטה זו מבוססת על ברירה של טיפוסים מצטיינים לתכונה רצויה. היא מבוססת על ההנחה כי התכונה שאובחנה בטיפוסים שנבחרו היא גנטית. ייצור שתילים של הטיפוסים הנבחרים לבחינה ובהמשך להכנת שתילים לנטיעות יערניות יכול להיעשות בשתי שיטות המאפשרות לשמר את התכונות הרצויות: 1. ריבוי וגטטיבי של הטיפוסים המצטיינים באמצעות השרשת ייחורים או תרבויות רקמה. השיטה המבטיחה ביותר בתרבויות רקמה היא ריבוי באמצעות עוברים סומטיים (יצירת מעין זרעים מְתָאִים של הטיפוס הנבחר); 2. יצירת מטעי אָם לזרעים, כלומר ביצוע הכלאות מבוקרות בין הטיפוסים הנבחרים ובחינה של הצאצאים המתקבלים מהזרעים. הורים, ששיעור גבוה של הצאצאים המתקבלים מהם מראים את התכונה המבוקשת, משמשים עצי אם לזרעים. שיטה זו מקובלת בארצות שיש בהן יערות מסחריים, ולפיכך נדרשת כמות גדולה של שתילים. יש להדגיש, שאם נעשית ברירה של מכלואים טבעיים, יצירת שתילים לבחינה ולנטיעות יערניות חייבת להיעשות על ידי ריבוי וגטטיבי. שיטת הברירה היא שיטת ההשבחה המקובלת ביותר בארצות היערניות ברחבי העולם (Lebedev et al., 2020).

ב. **הכלאות** – בשיטה זו נעשות הכלאות מבוקרות בין שני פרטים, הידועים בתכונותיהם הגנטיות הרצויות וביכולתם להפרות אחד את השני. השימוש בהכלאות מבוקרות נעשה עד היום בעיקר לפיתוח טיפוסים בעלי און כלאיים (כלומר בעלי צימוח נמרץ) ובעלי איכות גבוהה של עצה עבור יערות מסחריים. לדוגמה, באוסטרליה ובדרום אפריקה נעשה שימוש במכלואים של מיני שיטה ואיקליפטוס, ואילו בארה"ב

הארץ. כדי למצוא פרטים עמידים ליושב אותרה חלקת ברושים ביער יתיר שהתייבשה כמעט כולה לאחר מספר שנות בצורת רצופות, פרט לשמונה עצים. משמונת העצים האלה נלקחו ייחורים במטרה להשריש אותם ולבחון את עמידותם ליושב (ריוב ושות', 2022). שתילים שהוכנו מייחורים מושרשים נבחנו במערכת הליזימטרים שפותחה בפקולטה לחקלאות (מושליון ווולך, 2017), והראו עמידות גבוהה ליושב בהשוואה לשתילים של ברוש מצוי ממקור הזרעים הסטנדרטי של קק"ל. שתילים של הקלונים האלה ניטעו לפני מספר שנים בחלקת מבחן ממזרח לקיבוץ גת והם מראים התפתחות נמרצת מאוד. במקביל, פותחה שיטה יעילה ליצירת שתילים של הטיפוסים הנבחרים באמצעות השרשת ייחורים.

**שיטה סלילנית** – מסקר שנערך בנגב הצפוני נמצא כי שיטת הנגב (*Vachellia gerrardii*) מתפתחת היטב, בניגוד לשיטה סלילנית שהתפתחה לאט. הזרעים ליצירת השתילים של המין הזה נאספו באזור הערבה. במחקר שנערך באזורים שונים בנגב ובערבה נבחנו מאפיינים גנטיים של אוכלוסיות של שיטה סלילנית. נמצא שקיימים הבדלים גנטיים מובהקים בין אוכלוסיית הערבה לבין האוכלוסייה של הנגב הצפוני והמערבי (Shrestha et al., 2002). לשם בחינת הפוטנציאל של זרעים מעצים הגדלים בנגב הצפוני, נאספו זרעים מפרטים מצטיינים של שיטה סלילנית הגדלים בנגב הצפוני באופן טבעי או בחלקות נטועות, חלקם בראשי גבעות או מדרונות (קגן ומשה, 2012). השתילים שגודלו מהזרעים האלה ניטעו בחלקה ביער השגרירים (צפונית לבאר שבע) כדי לבחון אם מתפתחים מעצי האם צאצאים מצטיינים. המדדים היו: גודל העץ, חיוניותו וקצב הצמיחה. כבר לאחר שלוש שנים ניתן היה להמליץ על שלושה מקורות זרעים מצטיינים של המין הזה, שני פרטים מאזור סירת שקד ופרט אחד ממשמר הנגב. ממוצע קוטר הגזע שלהם היה יותר מכפול ממוצע הקוטר בצמחי הביקורת שגודלו מזרעים שנאספו בערבה. בדיקה נוספת שנעשתה בשנת 2021 בחלקה הראתה שוב יתרון לשלושת המקורות הללו. במשתלת קק"ל בגילת מגדלים שתילים ממקורות אלה עבור הנטיעות ביערות הדרום. עם זאת, יש לציין שקצב הגידול בשטח, גם של השתילים מהמקורות האלה, נמוך מהרצוי. במקביל להקמת החלקה ביער השגרירים הוקמה במנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני חלקה לשימור העצים המצטיינים באמצעות שתילים שהתקבלו בהרכבה. קיימת אפשרות שיצירת שתילים לנטיעה בשטח באמצעות ריבוי וגטטיבי של העצים המצטיינים תאפשר לקבל קצב גידול מהיר יחסית.

**אלון התבור** – נערך מחקר לאיתור טיפוסים עמידים ליושב של אלון התבור (בונפיל, 2015). המחקר התבסס על עצים

(ריוב ושות', 2015א). המכלואים הוותיקים בישראל מקורם בזרעים שהובאו בעיקר מיוון, אולם כיום ישנה בארץ אוכלוסייה הולכת וגדלה של מכלואים מהכלאות טבעיות מקומיות. חלק מעצי המכלוא בין שני המינים האלה מראים און כלאיים ועמידות לתנאי סביבה קשים, בעיקר ליובש. במרבית היערות במרחב דרום התגלו בעומדים של אורן ברוטיה, שהוא עץ האם, מכלואים מפותחים מאוד בעלי מראה חיוני, עמידים ליובש. זיהוי המכלואים נעשה במסגרת מחקר השבחה שנועד לבחון את הפוטנציאל שלהם, ובמהלכו הוקמה גם חלקה של עצי אם לייחורים בפקולטה לחקלאות ברחובות המשמשת את החוקרים בתחום זה (ריוב ושות', 2015ב). כיום נעשית עבודת דוקטור על המכלואים הללו, ופותחו במהלכה סמנים גנטיים מתקדמים לזיהוי מכלואים מדור F1, ששימשו לאיתור מכלואים ותיקים בעומדים שונים ברחבי הארץ לאורך מכל הגשם ולקביעת הממדים שלהם בהשוואה לאלה של עצי אורן ברוטיה הנטועים באותם עומדים (Houminer et al., 2021), ונלמדו תכונות מורפולוגיות ופיזיולוגיות שלהם בהשוואה לאלה של שני ההורים (Houminer et al., 2022). בהשוואה של ממדי המכלואים הוותיקים לאלה של אורן ברוטיה נמצא בדרך כלל יתרון למכלואים, שבלט במרחב דרום. לאחרונה הוקמה ביער שחריה חלקת מבחן של מכלואים, ונשתלו בה שתילים של מכלואים ותיקים שנוצרו באמצעות השרשת ייחורים, ושתילים של מכלואים מקומיים שמקורם בזרעים שזוהו באמצעות סמנים גנטיים.

מהכלאות מבוקרות בין שני המינים שנעשו ביוון וגם בארץ, נמצא ששיעור הצאצאים המראים און כלאיים אינו גבוה. לכן, מבחינה מעשית הסיכוי לקבל מכלואים מוצלחים באמצעות האבקה מלאכותית כדי לרבותם באמצעות זרעים – נמוך. קיימת אפשרות לרבות וגטטיבית מכלואים טבעיים בעלי און כלאיים, עמידות ליובש ועמידות סבירה לכנימת המצוקוקוס, מה שיתרום לקיצור משמעותי בזמן שאורך תהליך השבחה מזרעים. הייחורים ניטעים בחלקות מבחן כדי לוודא שאכן היתרון שהם מציגים עומד בזיקה ישירה לתכונה גנטית ולא לתנאי גידול מועדפים בבית הגידול (כיס קרקע עמוק, זמינות מים ועוד). ריבוי וגטטיבי מעצים בוגרים עשוי להיתקל בקשיי השתרשות של החומר הבוגר. בארץ פותחה שיטה לריבוי וגטטיבי של אורנים בוגרים, כולל מכלואים של אורן ברוטיה x אורן ירושלים (Riov et al., 2020).

**ברוש מצוי** – ברוש מצוי הוא אחד ממיני עצי המחט החשובים ביער בישראל ובאגן הים התיכון. הברוש המצוי נחשב עץ עמיד ליושב באופן יחסי למינים מחטניים אחרים. בשנים האחרונות בעקבות שינוי האקלים, המאופיין בין היתר בתקופות יובש ארוכות, בייחוד לאחר רצף אירועי בצורת, אנו צופים בהתייבשות נרחבת של עצים רבים ואף של חלקות שלמות של מין זה, בעיקר ביערות בדרום

הנהוג בקק"ל לביסוס הנטיעות יעיל, ואין צורך לשנותו. בניסוי שנערך באתר דודאים נבחנו שמונה טיפוסים מנחל ניצנה וטיפוס אחד מנחל אלות שניטעו בלימנים ובשיחים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בקוטר ובגובה של השתילים בין שני המקורות, אולם כמה פרטים שמקורם מנחל אלות היו בעלי ממדים גדולים יחסית. לנטיעה בשיחים היה יתרון קל מבחינת ההתפתחות של השתילים על פני הנטיעה בלימנים.

**איקליפטוס** – בסוג איקליפטוס נעשו שני מחקרי השבחה. בעבודה הראשונה שנעשתה בעשור הראשון של המאה הנוכחית נבחנו טיפוסים בעלי ממדים גדולים או גזע ישר ממספר מינים וכן טיפוסים של איקליפטוס המקור שלא הראו נגיעות בצרעות עפצים. העצים הנבחרים חוגרו חלקית בבסיס הגזע, והסורים היובנליים שפרצו שימשו מקור להכנת שתילים באמצעות השרשת ייחורים. השתילים שהתקבלו ניטעו בחלקת מבחן במושב גהה הסמוך לאשקלון. כל הטיפוסים שניטעו התפתחו בקצב נמרץ. מבחינה מעשית יש כיום שימוש רק באחד הטיפוסים, מכלוא הנקרא "נתן 1", כמשבר רוח בשטחים חקלאיים. המחקר השני התמקד בעצים גדולי ממדים ביערות במרחב דרום, שעל בסיס תכונה זו, החיוניות הרבה שלהם ומאפיינים מורפולוגיים, ניתן להניח שהם מכלואים (ריוב ושות', 2016). במחקר נכללו 17 טיפוסים שונים, ונקודות הציון שלהם מפורטות בדו"ח של המחקר. בשלב הראשון של המחקר פותחו סמנים מולקולריים לזיהוי ההורים הנקביים וההורים הזכריים של המכלואים. באנליזה שנערכה זהו חלק מהטיפוסים הנבחרים כמכלואים, חלק אחר זהו כמכלואים בספק, והשאר לא זהו כמכלואים. לקבלת מסקנות סופיות לגבי הזהות הגנטית של כל הטיפוסים נדרשת אנליזה נוספת. בשל בעיות תקציב בקק"ל, המחקר הופסק טרם זמנו.

בימים אלה נבחנו מינים וטיפוסים נוספים של עצים מבחינת צימוח, עמידות לגיר ועוד, ובהם ברוש אריזוני תת-מין אריזוני, ברוש אטלנטי (*C. atlantica*) ושיטה סלילנית, כמו גם מינים שונים של ארזים. שתילים של טיפוסים שיימצאו מוצלחים יגודלו מזרעים של עצי אם נבחרים או מייחורים מושרשים, חלק מהם עבור נטיעות יערניות וחלק עבור גינון עירוני.

פעולות ההשבחה שהתבצעו לאורך השנים הראו פוטנציאל לשיפור ההצלחה של היערות הנטועים בארץ, אולם נוצלו רק בקנה מידה קטן מאוד של ביסוס יערות בתנאים קשים באתרים שונים ברחבי הארץ. יש להמשיך ולקיימן כדי לחדש ולהקים יערות לטובת הציבור והסביבה, בהתאם לייעודי היער (אסם ושות', 2014) והשטחים הפתוחים, תוך התייחסות להשלכות שינוי האקלים באזורנו ולאתגרים הרבים העומדים לפתחנו.

עתיקים באתרים שונים, בהנחה שגילם הגבוה משקף עמידות לתנאי יובש ששררו במהלך השנים. המחקר כלל שני שלבים: 1. בחינת מאזן המים של עצי האם במהלך הקיץ; 2. בחינת התגובה ליובש של שתילים שיוצרו מעצי האם השונים באמצעות מערכת ליזימטרים. בשלב הראשון של המחקר נמצא שהעצים בגבעת חציר הם בעלי עמידות גבוהה ליובש, המתבטאת בהתנהגות שמרנית של ניהול משק המים המרמזת על התנהגות איזוהידרית, כלומר שמירה על פוטנציאל מים קבוע באמצעות סגירת הפיוניות. נוסף על כך, נמצא שהעצים מאותו אתר שונים בדרך כלל גנטית זה מזה. לפיכך, השתילים שנבחנו בעמידות ליובש יוצרו מזרעים שנאספו מעצי אם נפרדים בכל אתר, ולא מכלל האוכלוסייה של האתרים השונים. למרות השונות הגנטית בין העצים באותו אתר ניתן היה לסווג את התגובה ליובש של השתילים שמקורם באתרים השונים לשלושה טיפוסים התנהגות: 1. התנהגות שמרנית, שאובחנה שוב גם בשתילים שמקורם בגבעת חציר; 2. התנהגות לא שמרנית דמוית אנאיזוהידרית, המתבטאת בירידה חדה בפוטנציאל המים שמוליכה להתייבשות מהירה; 3. טיפוס ביניים. השתילים מהמקורות השונים הראו גם כושר צימוח שונה, אולם הוא הושפע גם מהעובדה שהשתילים גודלו במכלים בעלי נפח מוגבל. קבוצת המחקר ציינה שלפני השימוש בטיפוסים אלה לנטיעות יערניות יש לבחון את מקורות הזרעים השונים בחלקת מבחן בשטח כדי ללמוד את התנהגותם בתנאים טבעיים.

**אלה אטלנטית** – בדומה למחקר באלון התבור, נערך מחקר לבחינת העמידות ליובש של אוכלוסיות שונות של אלה אטלנטית הגדלות באתרים שונים לאורך מפל הגשם בארץ (רייזמן-ברמן ובוקן, 2016). למעשה, העמידות ליובש נבחנה בשתי תוכניות מחקר עוקבות, והדו"ח המסכם של תוכנית המחקר השנייה, המצוטט לעיל, כולל גם את הממצאים של תוכנית המחקר הראשונה. בשלב הראשון של המחקר נבחנה העמידות ליובש של שתילים שגודלו בחממה באמצעות הפסקת ההשקיה. בניסוי נמצאו הבדלים משמעותיים בעמידות ליובש בין השתילים שייצגו אתרים שונים: השתילים שמקורם היה מנחל ניצנה ובנחל אלות שבה הנגב הראו עמידות גבוהה יותר מזו של השתילים שמקורם היה באתרים באזורי המרכז והצפון. כמו כן, נמצאו הבדלים בקצב הצימוח בין השתילים מהאתרים השונים. בשלב השני של המחקר נערכו ניסויי שטח בשדה בוקר, שכללו שני ניסויים לבחינת ההתבססות וההתפתחות של טיפוסים (גנוטיפים) מאוכלוסיות שונות וניסוי לבחינת משטרי השקיה שונים לאחר הנטיעה. כללית, במעקב שנערך כשנה לאחר הנטיעה נמצא שכמעט כל השתילים מהאוכלוסיות השונות שרדו, אולם נמצאו ביניהם הבדלים בולטים בקצב הצימוח. כמו כן, נמצא שמשטר ההשקיה



# תכנון והקמת בוסתנים רב תכליתיים כחלק מהתמודדות עם שינוי האקלים – מחשבות לעתיד

נעה עיני שריקי

אגף תכנון, קק"ל  
noae@kkl.org.il

אתיחס לבוסתנים ולמטעים כמקשה אחת, כמו בתורת ניהול היער של קק"ל. לפי תורה זו, מדובר בשטח נטוע בעצי פרי ממינים שונים בעל כיסוי צמרות העולה על 10%, כ-5-30 עצים לדונם (תלוי במין העץ ובגילו). המינים הנפוצים בשטחיהם ביערות קק"ל הם זית, שקד, רימון, תאנה וחרוב (אסם ושות', 2014).

מאמר דעה זה מבוסס על עבודה שנכתבה כחלק מתוכנית 'יערני העתיד'. העבודה עוסקת בתועלת היערנית, החברתית והכלכלית של שילוב שטחי בוסתן ומטעים ביערות ובתרומתם להתמודדות עם שינוי האקלים. חשוב להדגיש שמאמר זה מבטא דעה ומציג פרשנות ורעיונות פרטיים על בסיס חקרי מקרה, שיחות ועבודות שנעשו בתחום.

## מיקומם של הבוסתנים בנופי הארץ וההיסטוריה

ההיסטוריה ותנאי הסביבה והאקלים בארץ הפכו את הבוסתנים למאפיין שכוח בנוף הארץ הישראלי. ישנן עדויות לשימוש בעצי פרי ובבוסתנים בארץ עוד מתקופת התנ"ך (זידאן, 2000). הסיבות העיקריות לכך הן שנטיעתם בטרסות שימשה כלי לוויסות ולאיוגום מים ונתנה מענה

בבוסתנים ובמטעים מגדלים עצים למטרות הנבת פרי. הבוסתן שימש בעבר גן ביתי וכלל עצי פרי, צמחי תבלין וירקות לצריכה ביתית, ולרוב ממשק הטיפול בו מסורתי. המילה בוסתן מגיעה מהשפה הפרסית, ומשמעותה 'מקום ריח'. בניגוד לבוסתן, מטע משמש לרוב לתפוקה מסחרית של תוצרת חקלאית, ואופן הטיפול בו אינטנסיבי יותר מהטיפול בבוסתן. בוסתנים ומטעים היו נפוצים בארץ ישראל בעבר. במהלך השנים נעשו חלק בלתי נפרד מהפסיפס הנופי שמאפיין את השטחים הפתוחים בישראל, וכיום הם משולבים גם במקרקעי ייעור.

גממות הפיתוח בישראל, הגידול הדמוגרפי, התפתחות תרבות הליקוט ושינוי האקלים מגבירים את הצורך בבחינה מחודשת של מטרותם של שטחי היער, לרבות חלקות הבוסתנים והמטעים הפזורות במקרקעי הייעור. לצורך כך נדרשים שינוי פרדיגמה ותכנון השטח בראייה רחבה שתשלב ניצול מרבי של משאבי הקרקע הקיימים והשתיות הנלוות, כמו גם יצירת פתרונות יישומיים (וייתכן שגם כלכליים) לאתגרים העומדים בפני הייעור כיום.

למטעים ולבוסתנים יתרונות וחסרונות בכל הנוגע להתמודדות עם האתגרים של שינוי האקלים. במאמר זה

גם בקווי חיץ. שילוב הבוסתנים באזורי החיץ מוזכר בדו"ח המסקנות מהשרפה בכרמל (צורף ושות', 2011), שהמליץ לתת עדיפות לשיקום הטרסות במינים של עצי חורש ובוסתן בעיקר ברצועות חיץ ובטרסות בערוצים. הדו"ח תמך בשילוב של בוסתנים ועצי פרי (זיתים, שקדים, תאנים ורימונים) כחלק מהשינוי הנופי-תפקודי המשמעותי שיש לקדם בכרמל.

שתי הדוגמאות הבולטות להיעצרות (או לחליפין להאטת) האש בבוסתן או במטע הן השרפה בהר הרוח והשרפה בהרי יהודה 2021. בשני אירועים אלה ניתן היה להבחין בהתנהלות שונה של האש כשהיא הגיעה לשטח המושקה והמטופל. במקרה של השרפה בהר הרוח נבלמה התקדמות חזית האש על ידי המטעים בוואדיות. השרפה בהרי יהודה נבלמה וכובתה באתר הסטף בפרט, ובחלקה הדרום-מזרחי של שלוחת הר איתן בכלל, שיש בהם דרכי יער ושטחים קולטי קהל ללא צמחייה, לצד שטחי יער מחטני דליל מאוד, בתות, מטעי זיתים ובוסתנים (אסם ושות', 2021). בשרפה בהרי יהודה הביאו הבוסתנים בסטף ואופן הטיפול בהם (השקיה, כיסוח קלטור הקרקע) למיתון האש, ואפשרו לכוחות הכיבוי להשתלט עליה.

### עקרונות ממשק ותכנון של בוסתנים ומטעים למניעת שרפות

כאשר בוסתן או מטע משמשים גם רצועת חיץ למניעת התפשטות שרפות, יש להשתמש בעקרונות ממשק או תכנון מרכזיים המתבססים על תורת ניהול היער:

1. הורדת ביומסה צמחית – סילוק צומח עשבוני ומעוצה מהקרקע.
2. פעולות רצויות: גיזום עצי הבוסתן וטיפול בהם, דילול תת-היער וסילוק עשבוניים וצמחייה מעוצה לא רצויה, דילול עצי הבוסתן במידת הצורך.
3. שימוש בהשקיה באזורים אסטרטגיים – צמודי דופן ליישובים או בתוך ואדיות – למיתון ולעצירה של שרפות. פעולות רצויות: התאמת מערכות ההשקיה לתנאי השטח, יצירת הידרנטים בשולי המטע או בקרבת דרך גישה במידת הצורך.
3. התאמת תצורת הצומח וצפיפות העצים ברצועות החיץ. פעולות רצויות: בחירת מיני עצים וביצוע פעולות טיפול יערני בבוסתן או במטע לפי הנחיות רצועות החיץ.
4. נטיעת בוסתנים סביב יישובים ובוואדיות למיתון ולעצירה של שרפות.
- פעולות רצויות: בחינת הצורך ביצירת בוסתנים להתמודדות עם שרפות לצד תכנון מקדים של מערך רב תכליתי לשימוש זה.

למחסור במים שאופייני לתנאים הים תיכוניים; כמו כן, מבנה הטרסות שהמטעים והבוסתנים ניטעו בהן נועד להגן מפני סחיפת קרקע ולאפשר ניצול מרבי של השטח והמשקעים בו-זמנית.

### האתגרים שבפתח

שינוי האקלים מעמיד אתגרים מורכבים באשר לעתיד היערות ולניהולם בישראל. מיני העצים ואופן הטיפול ביערות צריכים להיבחן מחדש לנוכח תנאי הסביבה המשתנים. כמו כן, משאב הקרקע מצטמצם בעקבות לחצי הפיתוח והגידול הדמוגרפי. תכנון והקמה של חלקות מטעים ובוסתנים באזורי יער מעצימים את שירותי המערכת האקולוגית (למשל, האפשרות לבלות בחיק הטבע או לשמר ערכי מורשת). במאמר זה אתייחס לשני ממדים של שירותי המערכת האקולוגית של בוסתנים ומטעים: א. שיפור ההתמודדות עם סיכון השרפות; ב. אמצעי להתמודדות עם סיכונים הצפות ושיטפונות (ויסות נגר). למעשה, מטעים ובוסתנים יכולים לתת מענה מסוים להתמודדות עם שינוי האקלים.

### בוסתנים ומטעים כאמצעי למניעת שרפות

הגנה על היערות משרפות והקטנת הסיכוי להתפשטות האש הן אחת המטרות והאתגרים בניהול יערות בישראל, שחשיבותה עולה לנוכח שינוי האקלים. לסוגי צומח שונים השפעה על עוצמת האש. להבנת הקשר בין נופים שונים והתנהגות אש חשיבות גדולה להתמודדות עם שרפות. ממשק נכון של הנוף, ובפרט של היערות, הכרחי, והוא חלק מרכזי בפעילות של ק"ל. בוסתנים ומטעים יכולים להוות כלי יערני-תכנוני שניתן להשתמש בו כדי להקטין את הסיכוי להתפשטות האש בעת שרפה, וזאת על ידי שילוב של מערכות השקיה שיעלו את תכולת הרטיבות בצומח. כמו כן, שימוש בטרסות תורם גם הוא למשק המים של הבוסתן או המטע, מעלה את כמות המים הזמינים לעצים בעונות החמות, ויכול לשמש כלי חשוב בהתמודדות עם שינוי האקלים והסיכון לשרפות. תשתיות יכולות לעזור גם הן, למשל, דרכים יכולות לשמש דרכי אש לכוחות כיבוי, ואפשר להיעזר במערכות השקיה בבוסתנים או במטעים ליצירת נקודות להידרנטים שישמשו בעת שרפה או אירוע קיצון. תורת ניהול היער מגדירה אזור חיץ כשטח שנועד להאט את קצב התקדמות חזית האש ביערות כדי לאפשר פעולה יעילה ובטוחה של כוחות הכיבוי. הטיפול האגרו-טכני בשטחי בוסתנים ומטעים כולל פעולות כמו כיסוח, גיזום, קלטור וחריש (זידאן, 2000). פעולות ממשק אלה נפוצות

הטמפרטורה ולספק שירותי נופש ופנאי. לאיגום המשקעים ולמיתון המדרון באמצעות נטיעת בוסתנים יש תרומה רבה בייצוב, בשימור הקרקע ובביסוס הצמחייה. פעולות אלה יכולות להוביל להאטת הולכת המים ולהגדלת החדרת המים לקרקע, ולהוות פתרון טוב לקליטת נגר. לפעולות האגרוטכניות המקובלות בבוסתנים יש השפעה רבה על הקרקע ועל תהליכי שימור קרקע. פעולות חריש וקלטור אינטנסיביות בתכיפות גבוהה עלולות לחשוף את שכבת הקרקע העליונה לתהליך בליה מואץ ולערער את יציבותה. טיפול בעשבייה לא רצויה על ידי עיבוד עמוק יכול מצד אחד לתרום להקטנת התחרות על המים, אך מצד שני עלול להגביר תהליכי סחיפה, ולכן עלול להיות בעל השפעה שלילית (שגיא ושות', 2015).

### תכנון והקמה של בוסתנים ומטעים

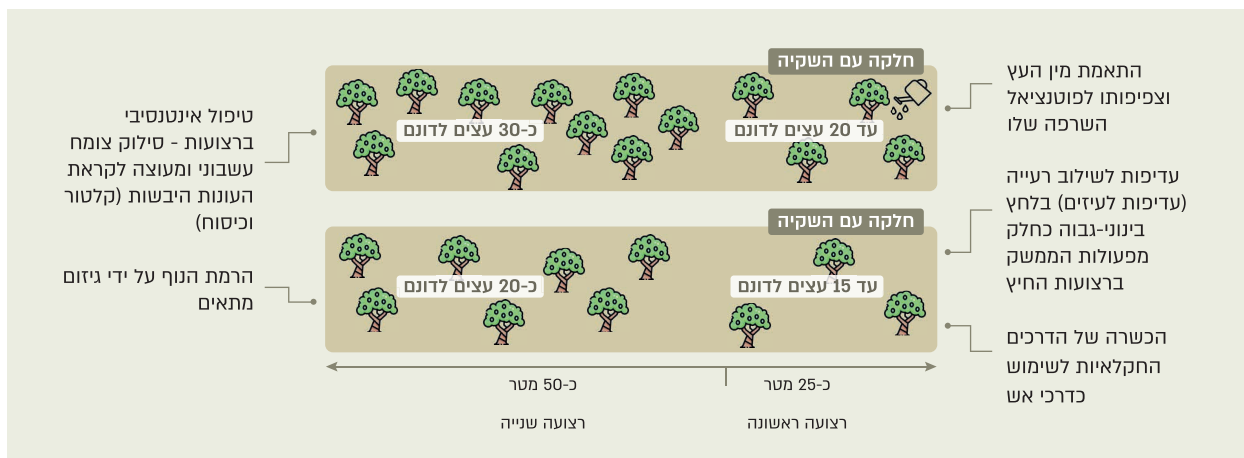
מיפוי מקומות רצויים להקמה של בוסתנים או מטעים והגדרת המטרות והשימושים שלהם הם חלק מההתמודדות עם שינוי האקלים. תהליך התכנון מחייב להתבסס על ידע מקדים שייספקו גורמי מקצוע. כמו כן, רצוי שבחירת מיני העצים בבוסתן או במטע תתבצע תוך התכוונות למטרה שהוגדרה ולשימושים הרצויים שקבעו מנהלי השטח בתוכנית הממשק. נוסף על כך, התכנון חייב להתבסס על ניסיון קודם, על מידע קיים לסיכונים השרפיות ועל משטרי הזרימות ברמה האגנית. כיום ישנן יוזמות אזוריות בקק"ל שפועלות בצורה זו, אך חשוב לציין כי הפוטנציאל ברובו אינו ממוצה. השימוש בבוסתנים ובמטעים יכול להיבחן במקומות ייעודיים במטרה לתת מענה לסיכונים האפשריים ולאירועי קיצון עתידיים.

עקרונות הממשק והתכנון האלה ופעולות ברוח זו יכולים להוות בסיס שלפיו אפשר לבנות רצועות חיץ להגנה על יישובים ובאזורים אסטרטגיים (ראו דוגמה באיור 1).

### שימוש בבוסתנים כאמצעי להתמודדות עם סיכוני הצפצפות ושיטפונות

שינוי האקלים מוביל לשינויים בעוצמה ובכמות של המשקעים ובפריסתם במרחב ובזמן (גבעתי וטל, 2017). עליית הטמפרטורות של האוויר והקרקע, ירידה בכמות המשקעים ושינויים בפריסת המשקעים משפיעים על התייבשות הקרקע, המובילה בין היתר להאטת קצב החלחול (אבישר ושות', 2022). נוסף על כך, שינוי האקלים מגביר את תדירות אירועי הקיצון, כלומר יש עלייה במספר אירועי הגשם שיורד בעוצמה רבה, וביניהם תקופות יובש ארוכות. עד לאחרונה הגישה הרווחת להתמודדות עם ניהול הנגר, עם סיכוני השיטפונות ועם הניקוז הייתה באמצעים הנדסיים ובתשתיות מבנות מעשה ידי אדם, שמטרתן לנקז, לאגור או להסיט זרימות, כמו סכרים, תעלות ועוד (World Bank, 2017).

בשנים האחרונות ניתנת עדיפות לשילוב פתרונות מבוססי טבע (אגוזי, 2021). נטיעת בוסתנים ומטעים (של זיתים, שקדים וכדומה) לייעול ממשק המים היא פתרון מסורתי. למרות זאת, היא בהחלט יכולה להיבחן ליישום כפתרון מבוסס טבע להתמודדות עם סיכוני ההצפות, לוויסות נגר וגם לניצול יעיל של מקורות המים להשקיה. איגום המים באמצעות טרסות ושילוב קציר נגר ונטיעות במעלה אגן ההיקוות ולצד אזורים בנויים יכולים לתרום לוויסות הנגר העירוני, להפחית סחיפה וגלישת קרקע, לווסת את



איור 1

עקרונות ממשק ותכנון של בוסתנים ומטעים כקווי חיץ



## סיכום

לתרום להורדת הסיכון להתפשטות שרפות. שילובים אלה יוצרים מרחבים חדשים שיכולים לשמש קווי חיץ יעילים ולספק אפשרות למוצר כלכלי וקהילתי, כדוגמת בוסתן קהילתי או יער מאכל קהילתי. נוסף על כך, נטיעת בוסתנים ומטעים מאפשרת שמירה על נופי מורשת ועידוד תירות ייחודית ומיזמים קהילתיים לרווחת הציבור והסביבה. להפיכת הבוסתנים והמטעים לכלי רב-שימושי, שיכול לספק שירותי תרבות ואספקה בו-זמנית, נדרשות תוכנית עבודה שתבסס על תנאי הסביבה, ורתימה של הקהילה, בעלי עניין ושותפים לפרויקט.

בוסתנים ומטעים יכולים לשמש כלי להתמודדות עם שינוי האקלים וב-בזמן לבסס שירותי תרבות וויסות (לוטן ושות', 2017). מרבית הפעולות האגרונומיות הנדרשות לתחזוקת הבוסתן או המטע חופפות לפעולות יערניות שנדרשות בשטחים המיועדים לקליטת קהל, לשימור ערכי מורשת ולמניעת שרפות. נטיעות במעלה אגן ההיקוות ושילוב של פרקטיקות מהחקלאות המסורתית, כמו טרסות וקציר נגר, עשויים לתרום להתמודדות עם שיטפונות ואירועי הצפה. כמו כן, שימוש בבוסתנים ומטעים בשילוב השקיה יכול

## מקורות

לוטן א, ספריאל א ופייטלסון ע. 2017. מערכות אקולוגיות ורווחת האדם, הערכה לאומית. דו"ח ביניים. המארג – תוכנית לאומית להערכת מצב הטבע. צורף ח, אבלגון ד, כרמל י, דופור-דרור ז"מ, אלבז נ, ארק י ושות'. 2011. המלצות הצוות המקצועי בנושא אזורי חיץ. מסמך המלצות ראשוניות ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל. המשרד להגנת הסביבה. שגיא ה, רמון א, שגיא י, וייל ד, חרמוני ח ורוזנטל ג. 2015. השפעת ממשקים חקלאיים שונים בשדות הבעל על שירותי המערכת האקולוגית במרחב שקמה. מחקר חלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.

World Bank. 2017. *Implementing Nature-Based Flood Protection: Principles and Implementation Guidance*. Washington (DC): World Bank.

אבישר א, קורן ל, ינאי ז, ברנע ע, מרכוס ת, רמון א ושות'. 2022. נחלים ומעיינות בעידן של שינויי האקלים – תמונת המצב והמלצות לפעולה. מכון דש"א. אגוזי ר. 2021. פתרונות מבוססי טבע – סל כלים לטובת ניהול סיכוני הצפה. אקולוגיה וסביבה, 12(3). אסם י, צורף ח, אוסטרובסקי ג, אשכנזי מ ופורת י. 2021. השרפה בהרי יהודה – 2021: ניתוח, תובנות והמלצות. אקולוגיה וסביבה, 12(4). אסם י, צורף ח, פרבולוצקי א, טאובר י וברנד ד. 2014. תורת ניהול היער בישראל – מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער. אגף הייעור, קק"ל. גבעתי ע וטל ע. 2017. המצב ההידרולוגי באגן הכינרת – מגמות נצפות וחזויות על בסיס מודלים הידרו-אקלימיים. אקולוגיה וסביבה, 8(4), 12-19. זידאן ס. 2000. נטיעה וטיפוח בוסתנים ביערות קק"ל. אגף הייעור, קק"ל.



הכשרת בוסתנים בוואדי עין כרם, 2016  
צילום: יוסי זמיר, ארכיון הצילומים של קק"ל



# לעצור את נטיעת הינבוסים לאלתר!

ניצן שגב<sup>\*1</sup> | בני שלמון<sup>\*\*2</sup>

- 1 מו"פ מדבר וים המלח, שלוחת חבל אילות, יטבתה
- 2 רשות הטבע והגנים (לשעבר)
- \* nitzan@adssc.org
- \*\* benny.shalmon072@gmail.com

## מדוע מצליחים כל כך העצים הזרים מהסוג ינבוט בפלישתם?

לעצים מהסוג ינבוט יכולת צמיחה מהירה מאוד (לדוגמה 5–10 מטר לשנה בינבוט המסקיטו) (Hussain et al., 2020) ומערכת שורשים עמוקה ומסועפת. העצים מתאימים לאזורים מדבריים בעלי טמפרטורות גבוהות, מליחות קרקע גבוהה ויובש, אך הם חייבים מקור מים זמין. נוסף על כך, על השורשים נמצאות פקעיות המכילות חיידקים קושרי חנקן. חיידקים אלה מעשירים את העץ בחנקן, וזהו יתרון גדול בקרקעות המדבר הדלות במינרל זה (Shackleton et al., 2014). כבר בשנה השנייה או השלישית של חייהם הם מסוגלים להניב עשרות פירות, המכילים עשרות אלפי זרעים למ"ר לשנה, והזרעים שומרים על חיוניות עד 20 שנה. העצים בעלי יכולת האבקה עצמית, ולכן מסוגלים להניב פרי גם ללא האבקה זרה (שמידע, 2016). הפרי נאכל על ידי בקר, צאן ופרסתנים אחרים, וכן מוסע על ידי זרימת מי ביוב ושיטפונות עונתיים. באופן זה הוא מופץ למרחקים, וזרעיו נובטים בקלות. בשל כך, ניתן למצוא "זרעים" (פליטי תרבות המפיצים את עצמם) רבים

צמחים פולשים הם גורם הרסני מרכזי להכחדת מינים בטבע, וגורם שני בחשיבותו להקטנת המגוון הביולוגי (שמידע, 2016). במאה וחמישים השנה האחרונות ניטעו באזורים החמים של העולם ובישראל מיני ינבוט, שמוצאם מאמריקה, והם מוקרים כיום ב-129 מדינות כעצי נוי, הסקה וצל (Shackleton et al., 2014). במהרה הפכו מיני הינבוט לצמחים פולשים המפיצים את עצמם בטבע באזורים שנשתלו בהם, מתחרים במינים מקומיים, ופוגעים בבריאותם של בעלי החיים והאדם (Hussain et al., 2020). ההבחנה בין מיני הינבוט הזרים קשה מפאת שונות מורפולוגית וגנטית גבוהה, ולכן במאמר זה נתייחס לסוג ינבוט (*Prosopis* spp.), אלא אם כן צוין אחרת. אחד המינים הנפוצים מהם בעולם, ינבוט המסקיטו (*Prosopis juliflora*), נחשב לפולש אגרסיבי, שסווג על ידי ארגון שמירת הטבע העולמי IUCN כאחד מ-100 האורגניזמים הפולשים הגרועים ביותר (Shackleton et al., 2014; Van der Weijden et al., 2017). בישראל קיים מין אחד של ינבוט בר – ינבוט השדה (*P. farcta*), אך זהו בן-שיח ולא עץ, בעוד ששאר המינים שניטעו בישראל הם מיני עצים זרים.

בשמורת יטבתה ובנחל גרופית, שמקורם כנראה במיני ינבוט שניטעו בכניסות ללוטן ולסמר והופצו על ידי יעלים. בשולי מעבר הגבול לירדן נמצאו זרעיהם, שמקורם בירדן, שם בוצע ייעור נרחב לאורך כביש הערבה הירדני, ועצים רבים פלשו לשטחים נרחבים בירדן: בבקעת הירדן, באזור ים המלח ובערבה ובקניונים המערביים של מואב ואדום. בקניונים אלה, המתנקזים לערבה, ישנה זרימת מים כל השנה (נחל זרד), ומתקיימים בהם תנאים מיטביים לפלישה (שמידע 2016; שגב, מידע אישי).

מכאן, שלסוג ינבוט קיים פוטנציאל פולשנות, והוא מהווה איום ראשון במעלה על הצמחייה הטבעית במעונות החמים והנמוכים מתחת לרום 400 מטר בכל אזור הלבנט (שמידע, 2016).

הסוג ינבוט מוגדר כמין בעייתי ממספר בחינות, וחלק מהן מפורטות כאן:

א. בישראל מיני הינבוט מתחרים במינים מקומיים, כמו שיטה סלילנית (*Acacia raddiana*) וסוככנית (*A. tortilis*), שהם "מיני מפתח" במדבר הצחיח והצחיח קיצוני (גרונר ושות', 2017).

ב. הינבוט פורח בישראל בחודשי האביב. מחקרים רבים במדינות שונות בעולם הוכיחו כי אחוז גדול מן האוכלוסייה מפתח תגובה אלרגית לחשיפה לגרגרי אבקת הינבוט הנמצאים באוויר, המתבטאת בהפרעות נשימה, בנזלת ובגירוי בעיניים ובעור (Hussain et al., 2020). אך בעוד שבעיית האלרגיות הגבוהה שלו מוכרת בעולם – בישראל כמעט שלא מודעים לה, ואנשים שמוצאים עצמם עם סימפטומים אלרגיים בכל שנה, אינם יודעים שאבקת פרחי הינבוט היא הגורם לכך.

ג. כעץ בוגר הגזע של הינבוט נוטה ליפול ולנטות על צידו, וענפים גדולים נוטים להישבר. הוא מצריך גינון אינטנסיבי, הכולל "תמיכה אורטופדית" וגיזום תכוף.

ד. לינבוט צמג כהה, המטפף על הקרקע. כאשר הוא נשתל לצורכי נוי עירוני, הוא מכתים את מה שנמצא מתחתיו: מדרכות ומכוניות.

ה. הינבוט מזיק לבעלי חיים הניזונים מפירותיו וגורם לשחיקה ולנפילה של שיניים; רעילות העלווה גורמת למחלה נירולוגית ולבעיות עיכול, וכציעה מקוצים חדים עלולה לגרום לזיהומים קשים ואף למוות של חיות ובני אדם במדינות מתפתחות (Shackleton et al., 2014; Hussain et al., 2020).

ו. עלייה במקרי הדבקה במלריה נגרמת בגלל זמינות של צוף ליתושים זכרים ולנקבות שאינן בעונת הרבייה, הניזונים ממנו (Hussain et al., 2020).

ז. הינבוט מאפשר מקום מסתור למינים מתפרצים, כמו חזירים, תנים וחתולים (דופור-דרור, 2013).

בשולי חקלאות, בשולי יישובים, לאורך דרכים וכבישים ובערוצי נחלים.

המין ינבוט המסקיטו מתחרה באופן מוצלח בצומח אחר בסביבתו על מים, אור, יוצר מחסום פיזי לנביטה של צמחים אחרים, מגביר בליית קרקע, וגורם לה להיות דלה במינרלים. למין זה שונות גנטית גבוהה, ולכן הוא מסוגל להתמודד עם תנאים סביבתיים משתנים ואקלים שונה (Shackleton et al., 2014; El-Shabasy, 2017; Hussain et al., 2020).

## מהו המצב בישראל?

הינבוט נשתל בישראל לצורכי צל ונוי הודות לתכונותיו כעץ חזק וכצמח עמיד באזורים יובשניים שקשה לגדל בהם עצים אחרים, ובשל הצימוח המהיר שלו. בישראל ניטעו מינים רבים של ינבוטים, ובהם ינבוט המסקיטו, ינבוט לבן (*P. alba*), ינבוט שחור (*P. nigra*) ועוד. חלק ממיני הינבוט שניטעו בישראל הוגדרו פולשים כבר בתחילת המאה ה-21 (דופור-דרור, 2019). מיני הינבוט הזרים שנשתלו בישראל (כמו גם בשאר העולם) יצרו בני כלאיים פוריים קשים להגדרה, ולא אחת טעו אף בקק"ל בזיהוי המינים השונים שנשתלו. בעולם מקובל לקרוא לקומפלקס מיני הינבוט הזר הפולש בשם ינבוט המסקיטו (שמידע, 2016).

עד שנת 2010 שתלה קק"ל כ-5,600 דונם, בהם יותר מ-5,500 עצים מהסוג ינבוט – החל מאזור אשקלון ודרומה עד מצפה רמון, ולאורך הבקעה והערבה בואכה אילת. הנטיעות התרכזו בחורשות קק"ל לאורך כבישים ראשיים בנגב המערבי, מכביש 40 ומערבה, בלימנים במרחב שבין באר-שבע למצפה רמון, ובשדרות ובגינות ציבוריות ביישובים ובעיירות (ירוחם, דימונה, נתיבות, שדה בוקר ואילת).

ברוב פתחי היישובים לאורך הבקעה, ים המלח והערבה, ממחולה בצפון הבקעה ועד אילות בדרום הערבה, נשתלו בשנות ה-80 וה-90 שדרות של מה שנחשב כ"ינבוט לבן". מסתבר שההבחנה שנעשתה בארץ בינו לבין ינבוט המסקיטו איננה חד-משמעית, ונעשו טעויות רבות בזיהוי גם על ידי מיטב המומחים. הינבוט הלבן נבחר מתוך חשיבה שאינו מניב פירות או מניב פירות מעטים, ועל כן אינו מהווה איום כמין פולש (בר, 2007), אך הנחה זו התגלתה כלא נכונה, כאשר בתחילת המאה ה-21 נמצא כי כמעט תמיד ישנם עצים אחדים פוריים.

כיום מוקדי הפלישה העיקריים נמצאים בנגב המערבי והצפוני, במרחב נחל עשן עד שדה תימן, וכן באזור פארק הבשור וקיבוץ רעים. בהר הנגב נמצאו זרעיהם לצידו הכבישים ומחוץ ללימנים. בדרום הערבה נמצאו זרעיהם

## אז למה נזכרנו דווקא עכשיו?

מהלך לעצירת נטיעות מיני ינבוט חדשות, ואף לעקירת חלק מן העצים והחלפתם בעצים אחרים, אך מנגד, בשנים האחרונות אנו עדים לנטיעות נרחבות של ינבוט (ככל הנראה ינבוט לבן, אך כפי שהוסבר לעיל, קשה לקבוע בוודאות את המין) באילת ובסביבותיה. באילת יעלים המגיעים מההרים לחופים לחיפוש מזון, עלולים לאכול את פירות הינבוט ולהפיץ את הזרעים בגלליהם לשמורת הרי אילת, שם יתחרו בצומח הטבעי (בני שלמון, מידע אישי). נטיעה עתידית של עצים בכלל על חוף הים באילת בעייתית. ים סוף הוא ים אוליגוטרוכי (דל בנוטריינטים ובעל יצרנות נמוכה), וכל תוספת השקיה או דישון שתגיע לים עלולה לסכן את שונית האלמוגים. כמו כן, הבחירה בינבוט לצורכי נוי וצל לאורך הטיילת עשויה לגרום להרעה באיכות חייהם של התושבים והתיירים בעיר מפאת היותו אלרגני ביותר.

לדעתנו, יש למנוע בכל ישראל נטיעות של עצים מהסוג ינבוט, בשטחים פתוחים כמו גם במרחב העירוני. מומלץ להשמיד זרעים ועצים קיימים ולהחליפם במיני עצים מקומיים, כגון עצי שיטה ממינים מקומיים, או במיני עצי נוי שאינם פולשים, כגון צאלון נאה (*Delonix regia*) ומינים נוספים שיומלצו על ידי בוטנאים מומחים בהתאם לאזור. במקביל יש לעודד מחקרים על דיכוי או מניעת פריחה, שעשויים למנוע את בעיית האלרגניות וגם את בעיית ההפצה.

נטיעות הינבוט בעולם בכלל ובישראל בפרט מתרחשות כבר עשרות שנים, אך רק מאז תחילת המאה ה-21, עת התבררה תכונת הפולשנות של מיני הינבוט, למשל באוסטרליה, בדרום אפריקה ובעומאן, הופסקו נטיעות יזומות באמצעות הממשל. בישראל, קק"ל, שאחראית על נטיעות יזומות במרחב המדברי, הפסיקה לחלוטין גידול ונטיעה של ינבוט המסקיטו כבר בשנת 2005 (צביקה אבני, גיל סיאקי, מידע אישי), והמליצה רק על נטיעת ינבוט לבן. גם החלטה זו התבררה כבעייתית, בגלל הקושי להבחין בין המינים, והיכולת של הינבוטים ליצור מכלואים בין מינים שונים.

אף על פי שינבוט המסקיטו מופיע ברשימת המינים שאינם מומלצים לגינון שפרסמו המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר ורשות הטבע והגנים (דופור-דרור, 2013) – במשתלות במגזר הפרטי והציבורי הוא עדיין משווק כצמח נוי מקובל לגינון בשל היותו עמיד ליובש ולחום. בשל כך, זני ינבוט המסקיטו נפוצים מאוד ביישובים מדבריים ובשתלנות עירונית.

אומנם בימים אלה מתבצע במספר קיבוצים בחבל אילות

## מקורות

- בר (קוטיאל) פ. 2007. מינים אקזוטיים של ינבוט בישראל – בעיות, השפעות והמלצות לממשק מונע התפשטות. הוגש לקק"ל.
- גרונר א, רפפורט ע, שגב נ, רגולסקי ג, נלביצקי ה, אלכסנדר ק ושות'. 2017. תוכנית ניטור שיטים אחידה בערבה. מחקרי ים המלח והערבה, 9, 1-14.
- דופור-דרור ז"מ (עורך). 2013. צמחי הנוי הזרים הלא-רצויים בישראל. צמחים בעלי פוטנציאל פלישה במערכות אקולוגיות טבעיות בישראל. מסמך המלצות. המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות, רט"ג. <https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/invasive-plants>
- דופור-דרור ז"מ. 2019. הצמחים הפולשים בישראל. מהדורה שנייה. ירושלים: דן פרי.
- שמידע א. 2016. מיני הינבוט הזרים הפולשים לישראל ולירדן. כלנית, 3, 1-32. <https://www.kalanit.org.il/prosopis>
- El-Shabasy A. 2017. Study on allelopathic effect of *Prosopis juliflora* on mineral content of *Acacia ehrenbergiana* in Farasan Islands, KSA. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5, 130-134.
- Hussain MI, Shackleton RT, El-Keblawy A, Mar Trigo Pérez M, Del and González L. 2020. Invasive mesquite (*Prosopis juliflora*), an allergy and health challenge. *Plants*, 9, 141.
- Shackleton RT, Le Maitre DC, Pasiecznik NM, and Richardson DM. 2014. *Prosopis*: A global assessment of the biogeography, benefits, impacts and management of one of the world's worst woody invasive plant taxa. *AoB PLANTS*, 6, 1-18.
- Van der Weijden W, Leewis R, and Bol P. 2007. 100 of the world's worst Invasive alien species (Appendix 6). In: *Biological Globalisation*. KNNV Publishing. pp. 206-208.



ינבוט מתחדש לאחר שנכרת וטופל, וסביבו גדלים מיני שיטים מקומיים, שמורת יטבתה  
צילום: בני שלמון



זרע ינבוט סמוך לעץ בוגר שנשתל לצורכי נוי  
צילום: ניצן שגב



צמג של ינבוט ושרידי פריחה על המדרכה  
צילום: ניצן שגב



# קהילת מנטרי הפרפרים באגמון החולה

שמעונה סבג-דרעי<sup>1\*</sup> | נעמי מרגלית<sup>2</sup> | לירז כברה-לייקין<sup>2</sup> | טל מלוכנא<sup>2</sup> | ישראל פאר<sup>2</sup>

- 1 מחלקת קליטת קהל, מרחב צפון, קק"ל
- 2 קהילת מנטרי הפרפרים, אגמון החולה
- \* ShimonaA@kkl.org.il

של האזור – קרבתו למורדות החרמון, בית הגידול הלח והצמחייה הייחודית למקום. באגמון קיימים שלושה מסלולי ניטור פרפרים המשמשים באופן שיטתי פעמיים בחודש את חברי הקהילה. המתנדבים אף מנטרים פרפרים באופן עצמאי באזור מגוריהם (ואדי ראש פינה, נחל שניר, שמורת נחל עיון, רכס הרי נפתלי ועוד). אנשי הקהילה יוצאים לסטורים ומקיימים במהלך השנה פעילויות שונות. משנת 2021 מתקיים בחודש אפריל "פסטיבל פרפרים באגמון". במסגרת הפסטיבל הקהילה מעבירה הדרכות בנושא חשיבות הפרפרים באגמון ומשתתפת בחשיפתו לקהל הרחב.

במסלולי הניטור באגמון החולה דווחו 678 תצפיות בפרפרים בין השנים 2019–2021 (איור 1). סך הכול נצפו 26 מיני פרפרים באגמון. המינים הנפוצים ביותר במסלולי האגמון הם לבנין הצנון (267), דנאית הדורה (118), כחלון האפון (37) ונימפית החורשף (28).

חשוב לציין כי לצורך מעקב יעיל אחר שינויים אקולוגיים ופנולוגיים יש צורך בחמש שנות ניטור רציף לכל הפחות, ולכן יש חשיבות לשימור המתנדבים.

פרפרים נחשבים לביו-אינדיקטור (סמן) של מצב המערכת האקולוגית. כלומר, נוכחותם באזור מסוים מעידה על מצב הסביבה, וזאת בשל רגישותם הרבה לתנאים הסביבתיים ותגובתם המהירה לשינויים בסביבה. היות שכך, ניטור פרפרים הוא אמצעי יעיל המאפשר ללמוד על הסביבה ולנתח את מצבה. מתוצאות הניטור ניתן להסיק מסקנות ולהביא לפעולה כדי למנוע נזקים מעשה ידי אדם הנגרמים לסביבה ולאורגניזמים שהיא מאכלסת.

התוכנית הלאומית לניטור פרפרים מתעדת ואוספת נתונים ומידע על מצב הפרפרים בישראל. זהו פרויקט מדע אזרחי, קהילתי, המושתת על מערך של מתנדבים בכל הארץ. קהילת מנטרי הפרפרים של אגמון החולה הוקמה בעקבות שיתוף פעולה של קק"ל ואגודת חובבי הפרפרים בישראל, והיא מונה כיום 22 חברים בעלי תחומי עיסוק שונים. למשתתפי הקהילה קבוצת ווטסאפ למטרות שיתוף מידע וסיוע בזיהוי פרפרים וצמחים לא מוכרים. בקבוצה חברים מומחים מטעם אגודת חובבי הפרפרים המסייעים בזיהוי ומספקים העשרה.

לניטור פרפרים באגמון יש חשיבות רבה בשל ייחודו

להצטרפות לתוכנית הלאומית לניטור פרפרים ולקבלת פרטים נוספים:  
טל מלונא, רכזת ניטור פרפרים ארצי  
bmsisrael@gmail.com

להצטרפות לקהילת מנטרי הפרפרים באגמון החולה:  
נעמי מרגלית, רכזת קהילת מנטרי הפרפרים של אגמון החולה  
Neymim@kbm.org.il



זנב-סנונית נאה (*Papilio machaon*)  
צילום: ענבר קמחי-אנגרט



סיור קהילת מנטרי הפרפרים של אגמון החולה לגלבווע, מרץ 2021  
צילום: עמית איש-עם



איור 1

התפלגות מיני הפרפרים שנצפו באגמון החולה בשנים 2021–2019



# הדברים הקטנים שעושים את ההבדל – נגישות לכול ביערות

## בלה נודלמן

מרחב מרכז, קק"ל  
BellaNu@kkl.org.il

כחלק מדרישות החוק והעשייה בתחום הנגשת היערות לציבור, קק"ל הכינה וקידמה תוכנית עבודה רב שנתית לשנים 2011–2018. במהלך תקופה זו הונגשו והותאמו מעל 300 אתרים ביערות בדגש על חוויה בחיק הטבע ושימור רוח המקום.

בראייה לטווח הארוך קק"ל מקדמת תוכניות אב. אחת הדוגמאות לכך היא תוכנית האב הארצית לאופניים שהוכנה על ידי משרד טוך-סרגוסי (2018) בצוות משותף עם אנשי קק"ל. אחת המטרות המרכזיות של התוכנית היא חיבור הקהילות המקומיות ליערות. התוכנית קבעה עיקרון תכנוני שלפיו לפחות שביל אופניים אחד בכל מכלול רכיבה יערני יהיה מונגש. היבטי הנגישות מוטמעים מרמת תוכניות האב, דרך תוכניות הפיתוח המפורטות הנערכות לכל יער ועד תוכניות יער וממשק.

מרכיבי הפיתוח ועקרונות התכנון שאנחנו עובדים לפיהם מעשיים וממוקדים מאוד ביכולת התחזוקה ובאופי האתר, בשאיפה ליצור שפה אחידה ומשתלבת, ולהימנע מפרטים מורכבים המקשים על התחזוקה: תכנון פשוט, מינימליסטי, שאינו מתחרה עם האתר ועם אופיו.

התכנון צריך לאפשר גישה מהחניה לאתר המרכזי, כולל פינות פיקניק מותאמות לאנשים עם מוגבלות. בעיצוב

יערות קק"ל משמשים אתרי בילוי פנאי ונופש וזוכים למיליוני מבקרים מדי שנה. הביקוש לביקור ביערות נמצא במגמת עלייה מתמדת בשל הצורך הבריאותי והפיזי הגובר לפעילות באתרי טבע והגידול המתמיד באוכלוסייה.

תחום ההנגשה הוא חלק בלתי נפרד מהעשייה היום-יומית של קק"ל מזה שנים. בשנות ה-90 החל מהלך רחב היקף של פתיחת היערות לציבור. קק"ל הייתה החלוצה בתחום ההנגשה של השטחים הפתוחים עוד לפני הכניסה לתוקף של החוק והתקנות לשוויון לאנשים עם מוגבלות ב-1998, מתוך תפיסה שהיערות פתוחים לכולם, ולכל אחד יש זכות ליהנות מהטבע.

השאיפה היא לנגישות למגוון אוכלוסיות. כלומר, אנו מעצבים את האתרים עבור כל המבקרים שיש להם צרכים ייחודיים לפעילות במרחב הפתוח, כגון משפחות עם ילדים קטנים או קשישים, מתוך תפיסה שתכנון מותאם לצורכי האוכלוסייה, שנגזר מאופי השטח ומיכולת התחזוקה, מאפשר את הגישה לטבע ללא צורך בעלויות גבוהות או בפיתוח מורכב ויקר. בניגוד לפיתוח אתרים עירוניים, הפיתוח בשטחים טבעיים נעשה ברובו בגישה מינימליסטית, צנועה וכשוטה ככל הניתן, שמטרתה לאפשר טיול ובילוי בטבע ברמת נוחות סבירה, עם זיקה וכבוד מרביים לערכי המקום ותחזוקה קלה ונוחה.



ברוב האתרים שקק"ל פיתחה, כמו מרכזי המידע ומצפורי הנוף, יש כיום התאמה לאנשים עם מוגבלות. זהו אתגר משמעותי בשל הגידול המתמיד בקהל המבקרים ביערות, השינוי והעדכון של התקנים הנוגעים לנושא והוונדליזם הקשה ביערות.

דוגמה לפרויקט מסוג זה הוא פארק העיוורים ביער בן שמן (יער, גיליון 21). אתרים נוספים שעברו שדרוג והנגשה בשנים האחרונות הם: מרכז ארבורטום אילנות שזכה בשנת 2015 בפרס הנגישות מטעם עמותת נגישות ישראל, ואתר נחל השופט שתוכנן לפני עשרים שנה כאתר דגל נגיש ועובר בימים אלה שדרוג. עבודת תכנון מסוג זה נותנת תחושת שליחות. גם אם בסופו של דבר התוצר הוא נגיעות קטנות, מספר שבילים וספסלים, חשיבותם ותרומתם להנגשה רבה מאוד.

האלמנטים אנו נמנעים ממדרגות וממכשולים בדרך הנגישה, ומשלבים בה את היער ואת איכויות הנוף שלו. אנו מנסים ליצור שבילים המתפתלים ביער בטבעיות בשיפועים של עד 8%, ומתקינים מעקות יד במידת הצורך. לעיתים אנו מוצאים פתרונות אחרים כדי למנוע עומס חזותי.

השבילים המונגשים ביערות הם בעיקר שבילי אספלט או בטון בשילוב אבן טבעית וריצוף אבן מנוסרת בצורה פראית בעיבוד עדין. השימוש באבן לריצוף מאתגר, ונובע מהרצון לאפשר גישה נוחה מחד גיסא ולשמור על אופי הפראי של השטח מאידך גיסא. שבילי האופניים המונגשים מותאמים לאופני יד ולאופני טנדם. המנסרה ויחידת הביצוע של קק"ל מתמחות בייצור אלמנטים יערניים ייחודיים, כדוגמת ריהוט יערני המותאם לנגישות, שולחנות קק"ל, ספסלים, מתקני מנגל, מעגלי מדורה מונגשים ועוד.



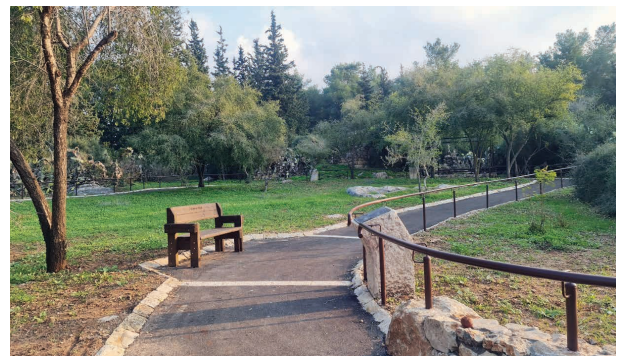
מעגל מדורה מונגש ביער הקדושים, באתר יהדות תימן. המעגל מאפשר לשבת בקבוצה להדרכה או מסביב למדורה. ביצוע: יחידת הביצוע של קק"ל, מרחב מרכז צילום: בלה נודלמן



ריצוף אבן שעוצב לנושא ההנגשה בפרויקט נחל השופט: אבן טבעית בעיבוד מוטבה מנוסרת בצורה פראית עם כוחלה מינימלי בגובה האבן לקבלת מרב המשטח מיושר וללא בליטות צילום: בלה נודלמן



ספסלי עץ המשתלבים עם קיר אבן. ייצור: מנסרת אשתאול, פרויקט נחל השופט צילום: בלה נודלמן



שדרוג וחיידוש פארק לקויי ראייה ביער בן שמן צילום: בלה נודלמן



יער קהילתי רמות בירושלים, סקיזות לפני הביצוע  
צילום: בלה נודלמן



יער קהילתי רמות בירושלים, אחרי הביצוע  
צילום: בלה נודלמן

# חידוש חורשת קק"ל קריית שמונה

## עופרי חותה-ציטלין

מחלקת תכנון, מרחב צפון, קק"ל  
OfriH@kkl.org.il

למרות המאפיינים הייחודיים האלה ולמרות מיקומה בלב העיר, תושבי העיר והציבור הרחב אינם מודעים לקיומה ואינם מבקרים באתר, ככל הנראה בשל מיקומו בצמידות לאזור התעשייה. אלמלא הגדר המקיפה אותו, עשוי היה המקום לסבול ממפגעים נוספים, מאחר שהוא משמש כיום 'חצר אחורית' לאזור התעשייה. לכן, בשלב הראשוני של פיתוח החורשה הוקמה סוללת עפר ליצירת חיץ ולמניעת זליגת פסולת ומזהמים לשטחה.

כחלק מתפיסת 'עיר הנחלים' שעיריית קריית שמונה מקדמת, וכחלק מ'תוכנית אסטרטגית לגליל המזרחי כאקוסיסטם תעשייתי' שהכינה המעבדה לעיצוב עירוני באוניברסיטת תל אביב בראשות פרופ' טלי חתוכה, החורשה מתוכננת להישאר שטח פתוח כחלק מרצף השטחים הפתוחים ברחבי העיר. התכנון הוא שהיא תפותח כאתר טבע עירוני שיאפשר פעילויות של תושבי השכונות הסמוכות, וכן תשמש שטח פתוח שישרת את אזור התעשייה שיהפוך לאזור של תעשייה 'נקייה' בתחום טכנולוגיית המזון (foodtech).

החורשה וחלקו המזרחי של אזור התעשייה נבחרו כפרויקט הדגמה של יד לנדיב. הפיתוח מתוכנן בשיתוף של קק"ל, עיריית קריית שמונה ורשות ניקוז כינרת.

חורשת קק"ל ממוקמת באזור הגליל העליון בפאתי העיר קריית שמונה. החורשה, שגודלה כ-100 דונם, תחומה ממערב בכביש 90, מצפון במבני מגורים המפרידים בינה לבין פארק הזה"ב, וממזרח ומדרום באזור התעשייה העירוני. החורשה מצויה במקרקעי ייעור (תוכנית יער מאושרת ג/14094) ומשמשת אתר פנאי ונופש לציבור. בתחומה קיימים מתקני משחק, פינות ישיבה, מערכת שבילים מונגשים וחניה מסודרת. החורשה כוללת עצים בוגרים שניטעו בצפיפות שונות, ועיקרם איקליפטוס המקור ואלה אטלנטית. הכניסה לאתר חופשית בכל שעות היממה.

ייחודה של החורשה הוא היותה שטח פתוח רחב ידיים בלב העיר. דרך החורשה זורם הנחל שנובע בצפון העיר, והוא נשפך אל התעלה המערבית של עמק החולה המובילה משם לירדן ובהמשך אל הכינרת. החורשה מאופיינת בבתי גידול לחים עם ערוצי זרימה רב-שנתיים ועונתיים, בריכות עמוקות, שטחי הצפה עונתיים, שקעים לחים וכתמים רטובים. צמחיית נחלים מתפתחת סביב ערוצי הזרימה בעיקר סמוך לנחל עין זה"ב, והיא מושכת מינים שונים של ציפורי סבך, ציפורי שיר וכן עופות מים. לאורך הנחל מצוי ריכוז של מיני צמחים האופייניים לבתי גידול לחים, כמו אירוס ענף ואלף עלה משובל, וכן מינים נדירים של דו-חיים וזוחלים, כמו קרפדה ירוקה וצב ביצות (מעוז, 2022).

## מקורות

מעוז נ. 2020. חורשת קק"ל קריית שמונה, סקר טבע עירוני. קק"ל.



נחל הזה"ב בתחומי חורשת קק"ל, ינואר 2020  
צילום: עופרי חותה-ציטלין

# נפגשים ביער: קהילה, סקר עצים ותהליך ריפוי

יהל פורת<sup>1</sup> \* | ארוא אנבריה<sup>2</sup> | אמנון פקר<sup>3</sup>

- 1 אגף הייעור, קק"ל
- 2 מרכז לטיפול "מעכום עמכם"
- 3 טבע ומהות
- \* YahelP@kkl.org.il

האיום המתגבר על יער עירון, האלימות בין יהודים וערבים באזור (מאורעות מאי 2021) והאתגרים הבריאותיים הגופניים והנפשיים בעת הניתוק מהטבע בעטייה של תקופת הקורונה היו עבורנו קריאת השכמה לפעולה ולעשייה חברתית וסביבתית להגנה על היער. לצורך כך, הוקמה והונחתה ביוזמת כותבי המאמר קבוצת מפגש ליהודים ולערבים תושבי הסביבה הסמוכה ליער לעשייה אקולוגית-יערנית למען שימור היער ושיקומו, לשיח שכנים ולמפגש אישי עם הטבע כמשאב מרפא.

## התהליך הקבוצתי

בקבוצה השתתפו 12 איש יהודים וערבים בגילים שונים, הגרים ביישובים סמוכים ליער ועוסקים בחינוך, בטיפול, בסביבה ובהדרכה. הסדנה נערכה ביער בימי שישי בבוקר במהלך כחצי שנה, וכללה שמונה מפגשים ומפגש סיום ארוך שכלל לינה ביער. היערן האחראי ליער הצטרף לחלק מהמפגשים. כל מפגש נפתח בישיבה שקטה במעגל ובהנחיית מיינדפולנס או תרגיל אחר. לאחר מכן התקיימה פעילות מיפוי וסקר של העצים עם תרגיל יצירה (פיסול או כתיבה הקשורים למפגש עם העצים העתיקים), ובסיום מעגל הקשבה, עיבוד ושיתוף נושאים שעלו במפגש. במהלך המפגשים נערכו ארוחות משותפות, והייתה להן חשיבות רבה בגיבוש הקבוצה. מבנה המפגש נועד להעמיק את הזיקה של המשתתפים

יער עירון משתרע על פני 1,300 דונם וממוקם מצפון וממזרח לעיר חריש, בפתחו של ואדי ערה (נחל עירון). היער נמצא תחת איום בשל תוכניות פיתוח רבות – הרחבת העיר חריש, מחצבת ורד ושרפות גדולות שפרצו ביער בשנים 2021–2022. היער הוא שטח פתוח בעל ערכיות אקולוגית גבוהה, וחלק מהמסדרון האקולוגי החשוב בין מרכז הארץ לצפונה. ביער יש מגוון גדול של מיני של צמחים, יונקים וציפורים. ערך הטבע החשוב ביער הוא מספר גבוה של פרטים עתיקים של אלון התבור וחרוב מצוי.

בשנתיים האחרונות קידמה קק"ל פעולות רבות להגברת המודעות לצורך להגן על היער, גם בוועדות התכנון וגם בקרב הציבור הרחב. לשם כך נערך סקר אקולוגי נרחב, וכן סומנה מערכת שבילי הליכה והוצב שילוט במקום. כמו כן, התקיימו ביער אירועים קהילתיים וטיולים מודרכים, והוקמה קבוצת נאמני יער פעילה שחבריה מדווחים על מפגעים ביער ומסייעים בניקיון היער ובחשיפה מבוקרת שלו לציבור. ליער נושקים מספר יישובים ערביים ויהודיים, בהם העיר המתרחבת חריש, הכפרים אום אל קוטוף, ברטעה וכפר קרע, והיישובים ברקאי ומצפה אילן (מועצה אזורית מנשה). תושבי הכפרים הערביים מספרים על יציאה אל היער כמקום של רעיה, ליקוט, מפגש ופנאי ואף קדושה ומרפא. הם מכנים את אלוני הענק שביער "סבתות" בשל גילם המופלג, צורתם וסגולות המרפא שלהם. קבוצה של תושבי יישובים סמוכים ליער, יהודים וערבים, פרצו לאורך השנים מערכת ענפה של שבילי אופניים שמושכים אליהם רוכבים רבים, והיער מהווה עבורם מקום מפלט וריאה ירוקה.

להתייבש ולמות מפאת גילם ועקב פגיעות שונות מעשה ידי אדם. במהלך המיפוי נסקרו כארבעים עצים ותיקים מהמינים אלון התבור וחרוב מצוי (איור 1). במקביל לסקר שולבו תרגילי יצירה ואומנות. נושאים מרכזיים ששיתפו במעגל ובוטאו ביצירות היו: אובדן ומוות מול חיים והתחדשות, פרידה מאדם אהוב, זיכרונות ילדות מהיער, הדינמיות של הטבע כמשקפת שינויים בחיי האדם, כאב על מצב הטבע בארץ ובעולם לצד תקווה ושמחה על היכולת שלנו לתת ולתרום לשימור הטבע.

### סיכום ומבט לעתיד

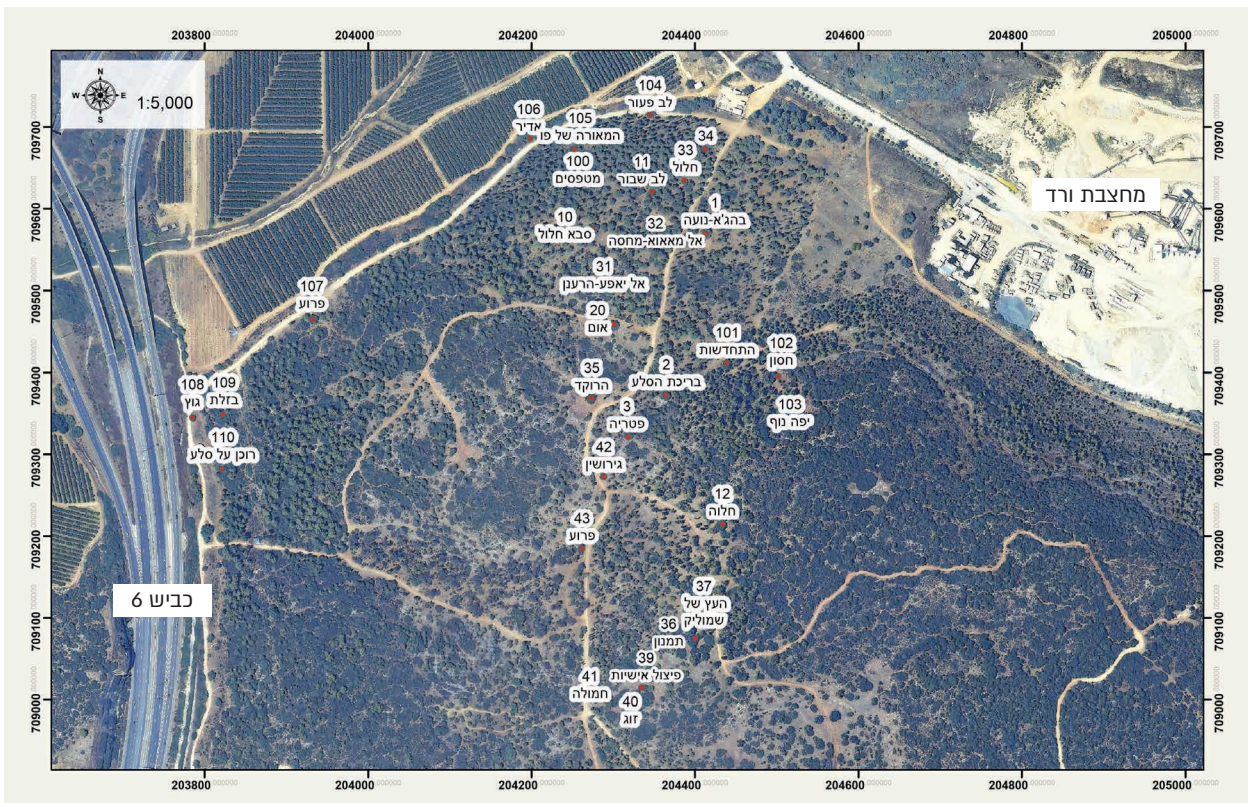
בסיום הסדנה יצר כל משתתף משהו שמסמל עבורו פרידה מהעצים, מהיער ומהקבוצה, ושיתף זאת במעגל עם ברכה ובקשה להמשך עבורו, עבור הקבוצה ועבור היער. מרבית המשתתפים ביקשו שהתהליך הקבוצתי ימשיך במתכונת דומה, ואנחנו מתכננים תהליך המשך בשיתוף קק"ל שבמסגרתו הקבוצה והקהילה שהתגבשה יבצעו טיפול בריאותי בעצים או ישתתפו בשיקום של אזורי יער

לטבע וליער ולטפח קשרים בין משתתפי הקבוצה. כך החלו להירקם בין המשתתפים יחסי קרבה, ותחושה של ביטחון ביער.

מפגש הסיום שכלל לינה התקיים בתחילת אפריל 2022, בסופו של שבוע שהתרחש בו גל פיגועים, ובקרב המשתתפים עלו חששות ושאלות של אמן וביטחון. בסופו של דבר, עלו במפגש נושאים מורכבים כמו יחסי יהודים-ערבים באופן עמוק שלא התרחש לפני כן בקבוצה.

סקר עצי המורשת ביער:

הפעילות המרכזית שבחרה הקבוצה הייתה מיפוי של עצי אלון התבור וחרוב מצוי עתיקים הגדלים ביער. המשתתפים למדו למדוד ולהעריך מאפיינים שונים של מצב בריאות העצים, כגון ממדי העץ, מצב הכותרת והגזע, מפגעים ומזיקים שונים והערכה ראשונית אם העץ זקוק לטיפול או לתמיכה כלשהם. מיפוי העצים נעשה באופן ידני על גבי תצ"א של קק"ל (פורת וזאהר, 2022). נתוני הסקר ישמשו את קק"ל כמסד נתונים וכבסיס להערכה מעמיקה יותר לצורך טיפול בעצים ושימורם, מאחר שחלק ניכר מהם נוטה



איור 1

מפת סקר עצי התפארת ביער עירון במיפוי הקבוצה  
הפקת מפה: אניל זאהר ויהל פורת

## תודות

ליערן קק"ל אניל זאהר על ההשתתפות והסיוע בתהליך הקבוצתי ובהפקת המפה.

שנשרפו. בתקופה זו של משברים סביבתיים, חברתיים ובריאותיים, יוזמה זו מדגישה את חשיבותם של תהליכים קהילתיים מונחים ביערות, שיכולים לספק אפשרות לריפוי אישי וקהילתי בטבע על ידי גיבוש קהילות שעוסקות בהגנה ובשימור משותף של יערות ישראל.

## מקורות

פורת י זאהר א. 2022. סקר קהילתי של עצי תפארת בחרבת עבאס שביער עירון. מחלקת אקולוגיה באגף הייעור ואזור מנשה שרון, קק"ל.



חברי הקבוצה מציירים את העצים שמופו ונסקרו כבסיס לשיתוף אישי בקבוצה של תחושות שעלו עקב המפגש עם העצים צילום: יהל פורת



מתן הסבר לקבוצה לקראת ביצוע מיפוי וסקר בריאות העצים צילום: יהל פורת וארוא אנבריה



חברי הקבוצה ממפים וסוקרים את מצב בריאות עצי המורשת ביער עירון צילום: יהל פורת וארוא אנבריה



עץ אלון התבור בשם "אום" (אמא) שצויר כבסיס לשיתוף בקבוצה בנושא הקשר עם אם קשישה ציור: אחת המשתתפות



# מערת זווית – ערך טבע ייחודי ביער קק"ל

עומרי שליו<sup>1\*</sup> | וליד סעיד<sup>2</sup> | פנינה לבנון<sup>2</sup> | שלי בן ישי<sup>2</sup>

1 אגף הייעור, קק"ל  
2 מרחב צפון, קק"ל  
\* omriSh@kkl.org.il

מלבד הסלמנדרות, מין ממחלקת הדו-חיים הנמצא בסכנת הכחדה, משמשת המערה למשכן ולרבייה של ארבעה מיני עטלפי חרקים: נשפון דק-אוזן (*Myotis nattereri*), פרסף גדול (*Rhinolophus ferrumequinum*) ופרסף מצוי (*Rhinolophus blasii*), הנמצאים בסכנת הכחדה (EN), ופרסף גמדי (*Rhinolophus hipposideros*) שעתידו בסכנה (VU). מינים אלה מקיימים מושבות רבייה במערה, ויוצאים לשחר מזון לעת ערב בבתי הגידול הסמוכים.

באוקטובר 2021, בעקבות פניה של רשות הטבע והגנים, המלח"ם (המרכז לחקר מערות ישראל) והחברה להגנת הטבע, הובא לידיעת קק"ל כי בשל ריבוי ביקורי מטיילים במערה במהלך השנים הקודמות נפגעו הן משקעי המערות הייחודיים הן בעלי החיים השוכנים בה. כניסה לא מבוקרת אל המערה בחורף בתקופת "שנת החורף" ובאביב בתקופת הרבייה (המלטות וגידול צאצאים), כמו גם בשעות הזריחה והשקיעה המשמשות ליציאה לשיחור מזון, פוגעת בעטלפים וגורמת נזקים לערך הטבע הייחודי של הנטיפים, הזקיפים ושאר משקעי המערות. בשל כך, הוחלט בקק"ל לסגור את המערה כבר בחורף 2022 לכניסת מטיילים לטובת שיקום ובניית תוכנית לשימור ערכי טבע והנגשת המערה.

סביבת המערה גודרה כדי למנוע כניסת מטיילים מחוץ לעונות המותרות, אך תוך שמירה על נתיבי הכניסה והיציאה של העטלפים מן המערה. נוסף על כך, הותקנו שלטי הסבר, והוגדרו נהלים לביקור במערה וכללי התנהגות. הביקור במערה מותר מאמצע יוני ועד סוף אוקטובר כדי למנוע

ביערות קק"ל מצויים ערכי טבע מגוונים ובתי גידול ייחודיים, וגם מערות נכללות בהם. לחלק מהמערות חשיבות רבה מבחינה גאולוגית, שכן הן מערות נטיפים, וחלק מהן מהוות אף בתי גידול ייחודיים לבעלי חיים ולצמחים. 29 מתוך 32 מיני עטלפי חרקים בישראל נמצאים בסכנת הכחדה (דולב ופרבולוצקי, 2002; עמיחי ואח', 2015), ומערות רבות הן אתרי רבייה חשובים של עטלפי חרקים ממינים שונים. מדינת ישראל הצטרפה בשנת 2014 לאמנת EUROBATS לשימור עטלפים (<https://www.eurobats.org>), ושימור אתרי רבייה אלה הוא חלק מההסכם. באמנה זו חברות 38 מדינות באירופה ומסביב לים התיכון, והיא כוללת הנחיות לשימור מיני עטלפים דרך חקיקה, חינוך, שימור בתי גידול, ניטור ושיתוף פעולה בין-לאומי. האמנה היא התחייבות של מדינת ישראל לשימור מיני העטלפים בישראל. מצד שני, בשנים האחרונות קיים עניין גובר של קהילת חובבי המערות בישראל לפתוח מערות לביקור מטיילים. העלייה בביקוש למערות לצד הצורך בשימורן גורמים לקונפליקט המחייב את קק"ל לנהל את ביקור המטיילים כדי לשמור של המערות בשטחיה.

מערת זווית שבגליל המערבי, אחת המערות היפות בישראל, היא מערת נטיפים ייחודית בעלת משקעי מערות (speleothem) ייחודיים המופיעים בתצורות מדהימות של אלמוגים, נטיפים וזקיפים, פגודות ומשטחי זרימה, שממשיכים להיווצר בה אף כיום. המערה ידועה בכינויה "מערת הסלמנדרות" בשל הסלמנדרות הרבות החיות בה.



עטלפים המכוונים לתדרי העטלפים המוכרים. הניטור שנערך השנה (2022) הראה ירידה מדאיגה במספר הפרטים המגיחים בערב מן המערה. בשנים 2020–2021 הגיחו 80–120 פרטים בכל סקר, ואילו בשנת 2022 הגיחו 12 עטלפים בלבד (דו"ח שעוד לא פורסם בהובלת אלה פסטרנק, מנהלת מרכז היונקים בחברה להגנת הטבע). ההערכה הרווחת היא כי הגורם העיקרי שהוביל לפגיעה באוכלוסיית העטלפים במערה הוא גידול משמעותי במספר המטיילים ושינוי התנאים במערה. לאחר שסלע שחסם חלקית את הכניסה למערה הוזז, התנאים במערה השתנו, ובו בזמן התאפשרה כניסה קלה יותר של מטיילים. דבר זה הביא לפרסום רב יותר של המערה, וכך הגיעו עוד מטיילים רבים. אנו מקווים כי פעולות השימור והסדרת הביקור במערה יעזרו לשמור על אוכלוסיית העטלפים והסלמנדרות ועל התצורות הטבעיות הייחודיות של המערה. מקרה זה מראה את החשיבות הרבה בהיכרות של קק"ל את ערכי הטבע הנמצאים ביערותיה, ואת יכולתה לפעול במהירות לטובת האיזון בין שימור הטבע והנגשתו לציבור.

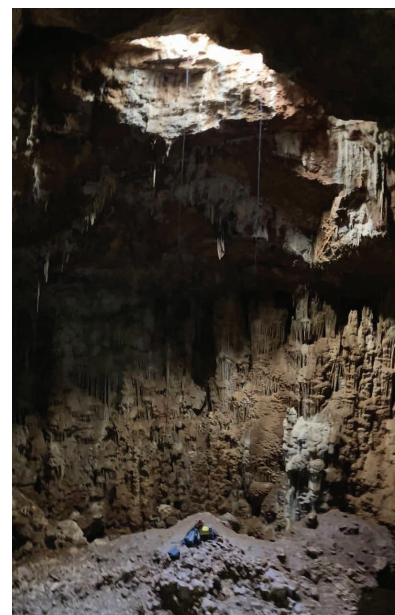
פגיעה בעטלפים או הטרדה שלהם בתקופת שנת החורף והרבייה, אז הם פגיעים במיוחד. כדי לצמצם את הפגיעה במשקעי המערות סומן במערה, בהנחיית אנשי המלח"ם, נתיב הליכה בחיצים זוהרים. דבר סגירת המערה והנהלים החדשים פורסמו באתר קק"ל, במדיה ובאתרי אינטרנט שונים, והועברו לחברות טיולים וסנפלינג העובדות באזור. כיוון שפתח המערה אנכי, ולשם כניסה למערה נדרשים ידע וציוד מתאים, רוב המטיילים מבקרים במערה בחברת מדריכי טיולים, שאחראים לשמירה על נהלים אלה. למרות זאת, ולטובת הגברת הפיקוח והנוכחות באזור המערה, נוצר שיתוף פעולה בין אנשי האזור בקק"ל ופקחי רשות הטבע והגנים.

פעולות הניטור של אוכלוסיית העטלפים מתבצעות במערת זוית מאז שנת 2017 בשיתוף פעולה של רשות הטבע והגנים ומרכז היונקים בחברה להגנת הטבע, והשנה גם בהשתתפות קק"ל. ספירת העטלפים מתבצעת שלוש פעמים בשנה: בקיץ, באביב ובחורף. הספירה מתבצעת לקראת השקיעה, וסופרים בה את כלל הפרטים היוצאים מן המערה. מבדילים בין המינים השונים דרך האזנה לגלוי

## מקורות

עמיחי ע, יידוב ש, דולב ע, סבח ע, מליחי י, צוער א ואחרים. 2015. תכנית הניטור הארצית לעטלפי ישראל: סקר עטלפי חרקים בישראל 2014. רשות הטבע והגנים ומרכז יונקים, החברה להגנת הטבע.

דולב ע ופרבולוצקי א. 2002. הספר האדום של החולייתנים בישראל. רשות הטבע והגנים.



מערת זוית, סתיו 2022. בימין - פתח המערה, במרכז - סלמנדרה, בשמאל - נטיפים במערה. צילומים: עומרי שליו



# יער של ספרים

## גלעד אוסטרובסקי

אגף הייעור, קק"ל  
GiladO@kkl.org.il

### Sustainability – A Cultural History, by Ulrich Grober, 2010, Green Books

יכול להעמיק את התובנות שלנו, ואולי גם לתת לנו כלים חדשים לשיפור דרכי הפעולה.

גרובר מציע ארבע נוסחאות להגדרת לקיימות: א) דו"ח ברונטלנד משנת 1987 שטבע את ההגדרה: "פיתוח העונה על צורכי הדור הנוכחי מבלי לפגוע ביכולתו של הדור הבא לקיים את צרכיו". ב) "המשולש" של ועידת כדור הארץ בריו דה ז'ניירו ב-1992 שהעמיד שלושה קודקודים המחוברים יחדיו ולא ניתן להפריד ביניהם: חברה – כלכלה – סביבה. ג) ההגדרה היערנית: אין לכרות יותר עצים משהיער יכול לגדל. ד) שימור הבריאה והסתמכות על הציווי התנ"כי "לעבדה ולשמרה". הגישה האחרונה, הדתית, מעוגנת היטב בתאולוגיה היהודית והנוצרית, ומילת המפתח בה היא providence, ההשגחה והשמירה על מעשיו החד-פעמיים של האלוהים וההכרה באי-יכולתו של האדם לתקן את מה שקלקל ("תן דעתך שלא תקלקל ותחריב את עולמי, שאם קלקלת אין מי שיתקן אחריך" [קהלת רבה]).

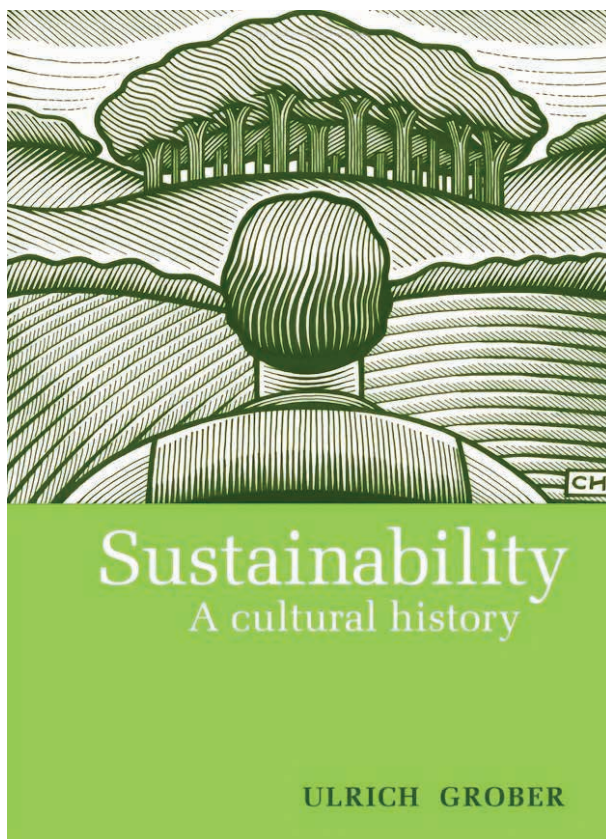
מקור המילה 'קיימות' באנגלית - sustainability - בשפה הלטינית, ומשמעה להחזיק, לקיים, לתמוך. לדברי גרובר, ההגדרה הטכנית-מדעית מקורה ביערנות, במושג 'יבול בר-קיימא' (sustain yield forestry), והיא תרגום של המילה הגרמנית Nachhaltigkeit. נציין כאן כי האקדמיה ללשון העברית אישרה בשנת 2000 את המונח 'פיתוח בר-קיימא' שכבר שימש בציבור. מן התואר הזה גזרה האקדמיה ללשון את השם המופשט 'קיימות'. בשנת 2009 אישרה האקדמיה את התואר 'מקיים' שגזר מהשם קיימות, במשמעות של

אני חב תודה לפרופ' גבי שילר שהפנה את תשומת לבי לספר הזה שעוסק בהתפתחות ההיסטורית של המונח קיימות (sustainability). ומדוע גבי כל כך שמח בספר? מפני שהטענה המרכזית של המחבר היא שהמושג קיימות צמח מתוך היערנות, ולכן הוא מקדיש פרקים נרחבים להתפתחות היערנות באירופה ולתיאור כלכלת היער והתורה היערנית שצמחה באירופה, ובעיקר בגרמניה, בשווייץ, באנגליה ובצרפת.

כל ניסיון להגדיר את המושג החמקמק הזה – קיימות – נתקל בקשיים לא מעטים. לאורך השנים הוצעו עשרות התייחסויות והגדרות, ואכן, נדמה שהחיפוש המתמשך הזה נעוץ בכך שזהו מושג חובק כול, הנוגע במכלול החיים והקיום. זהו מקור קסמו וזו גם חולשתו. בתחילה התמקדו בהשפעתו המסוכנת של הזיהום התעשייתי ובהיבטים הסביבתיים של גידול האוכלוסין והתמעטות שטחי הקרקעות החקלאיות, אך עד מהרה הורחב הדיון לספרה החברתית-כלכלית ולעיסוק בעוני, בשוויון, בחלוקת העושר ובצורך בעיצוב מחודש של הכלכלה ובהתאמתה לעולם של משאבים מוגבלים וסופיים. בתוך כך לא נפקד מקומם של היבטים פילוסופיים בדבר מקומו ותפקידו של האדם בטבע, האם עליו למשול או לשמור, וכן תאוריות פוליטיות העוסקות במהות החברה והארגון שלה, והאופן שבו עלינו לפעול נוכח האתגר של עולם מצטופף וגידול מתמיד של הצריכה והר הפסולת. כך, שהדיון בקיימות הוא אכן קיומי, ובכל עת שמישהו ניגש למלאכה, הדבר מעורר סקרנות

ודלדול היער. יש בו התייחסות מפורטת למיני העצים העיקריים ולסוג בית הגידול והנחיות מקצועיות לעבודות היער. המוטו שלו הוא "לציית לטבע ולעזור לו". הנה כי כן, היסודות של יערנות בת-קיימא נטבעו כבר אז. אולם כאן יש להעיר שהקיימות היערנית של המאה ה-17 התמקדה באספקת עץ ולא בקיימות של היער כמערכת אקולוגית, ובלשון אחרת, הקיימות דאז ראתה עצים, אבל עדיין לא ראתה את היער. זהו הבדל גדול. ורק במאה ה-20, כאשר התחוררו עוצמתו ומורכבותו של המשבר הסביבתי, התגבשה הקיימות כרעיון-על שבו החוסן של המערכת כולה הוא מטרה ראשונה במעלה.

ואומנם, הקיימות, שהחלה את דרכה ביערנות, כבר מזמן התרחבה לשאלות חברתיות, והיא כוללת בתוכה עולם ומלואו. כל דיון רציני בקיימות דורש הבנה של קשרי הגומלין המסועפים בין המערכת הסביבתית לבין מערכות כלכליות ופוליטיות, ויש לו ממדים ערכיים שמחזירים אותנו לספר בראשית ולמהפכה של שפינוזה. באותה העת, גם היערנות הרחיבה את מבטה מעבר לתפוקת העץ, ועתה אנו מתייחסים ליער קודם כול כמערכת אקולוגית מורכבת. היערן איננו שליט היער, אלא מנהל שטח נבון, הפועל על פי עקרונות של יער בר-קיימא על בסיס המוטו "לציית לטבע ולעזור לו".



כריכת הספר Sustainability – A Cultural History

'מקיים סביבה', ובעיניה הוא עדיף על פני 'בר-קיימה' או 'בר-קיימא'.

גרובר מדגיש את חשיבות הגותו של שפינוזה, הפילוסוף ההולנדי בן המאה ה-16. שפינוזה טען שאלוהים והטבע חד הם, והתנגד לרעיון שהבריאה נוצרה למען האדם. בכך הוא דוחה את הדוקטרינה של ההשגחה (providence), וכופר בכך שהכול נברא למען האדם. הוא מציב דעה נדית: הכול נוצר בטבע בשל צורך כלשהו, והחומר איננו נברא אלא קיים. האדם איננו שליט בו אלא חלק מן הטבע. שפינוזה מבטל את רעיון שימור הבריאה. הוא מציב את ההקשר הרחב, האקולוגי, וטוען שהבריאה איננה מקודשת. עם זאת, וזו נקודה חשובה, האדם צריך לדאוג לעצמו ולפרנסתו, אך ביטחונו הכלכלי יושג רק בשיתוף פעולה עם הטבע וחתימה להרמוניה איתו. שפינוזה מכניס לדיון את המושג infinite duration, חוסן בתרגום עכשווי, וטוען שלאיש אין בעלות על הטבע, הכול ברשות כולם, ולכן יש צורך בחלוקה הוגנת של המשאבים. לפי תפיסת ההשגחה, האדם הוא אדון ובעלים ולכן גם שומר הטבע, אבל שפינוזה חוגג את הריבוי, מברך על שיתוף הפעולה, קורא להתאגדות, ובעצם מעמיד יסודות לגישה האקולוגית המודרנית.

וכך אנו מגיעים ליערות. עולם המחשבה מתעצב בקשר הדוק לעולם החומר ולמציאות החיים. העץ הוא חומר גלם בעל מעמד ראשי (materia prima) בייצור ובכלכלה, ומשמש לבניית בתים וכלי עבודה. גרובר מציין באופן מיוחד את הכמות האדירה של עץ שנדרשה לבניית ספינות. 3,000 אלונים נדרשו לבניית פריגטה אחת, עצי אשוח שימשו לתרנים ואשורים למשוטים. הוא מספר כיצד ההבנה שכריתת יתר של עצים פוגעת ביכולת לספק עץ, הביאה לחקיקה בסנאט של ונציה עוד בשנת 1476, הקובעת הגבלות כדי להבטיח את קיומו היצרני של היער, ואף הלאמת יערות. אך הדרישות לעץ הלכו וגברו: לספינות מלחמה, לבניית כנסיות וארמונות, למבני מגורים ועוד. מטרת חוק המים והיערות של לואי ה-14 בצרפת הייתה הבטחת ניהול היערות למטרות כלכליות וצבאיות. החוק הציג תמונת מצב של ניצול יתר המוביל לדלדול ולהרס, ומטיל מגבלות על אנשים הגרים ביער, אוסר עליהם לשאת גרזן ולהדליק אש, ומגביר את הפיקוח על הרעייה. בחוק נמצאה הוראה יערנית מעניינת: החובה להותיר עצי אם לזרעים. אנו רואים שהאסדרה מתרחבת ומגיבה לדלדול ולמחסור במשאב העץ. בראשית המאה ה-19 כבר נקבע בגרמניה כלל ברזל ליערנים: היבול לא יעלה על הגידול השנתי של עצי היער. זהו עיקרון המוכר היטב ביערנות הקלאסית המסחרית עד ימינו.

נקודת ציון חשובה היא פרסומו של הספר Sylva, or a timber discourse of forest tree and the propagation of timber מאת ג'ון אוולין הבריטי במאה ה-17. הספר נענה לאתגר של ניהול בר-קיימא של יערות נוכח כריתת יתר



## אז והיום

### גיל סיאקי

מרחב דרום, קק"ל  
Gilsil@kkl.org.il

### מחצבת שדה משה ביער שחריה

לעודד צימוח של עשבונים. הרעייה העונתית הוחזרה רק חמש שנים לאחר מועד הנטיעה, כדי שלא ייגרם נזק לשתילים הרכים. כיום האתר משמש נקודת תצפית יפה ומוצלת, ונראה היטב לכל הנוסעים בכביש.



מילוי המחצבה בעודפי קרקע, 2005  
צילום: גיל סיאקי

במסגרת העבודות להקמת כביש 6 בקטע שבין מחלף קריית גת למחלף שורק (קטע 19), התקבלה בקק"ל פנייה מהנהלת הפרויקט התחבורתי לנסות ולסייע במתן פתרון לעודפי קרקע מחציבת תוואי הכביש. השטח שאותר כמתאים מבחינת מרחקי הובלה היה בתחום יער שחריה, ממזרח לקריית גת ומדרום למושב שדה משה. מדובר במחצבה ישנה שהיוותה מפגע סביבתי ובטיחותי בשל הקירות הזקוקים והפסולת הרבה שהושלכה במקום במשך שנים רבות.

העבודה על הכביש בקטע זה הושלמה בשנת 2007, וכללה מילוי של המחצבה בעודפי הקרקע וחיפוי של כ-50 ס"מ בשכבת קרקע עליונה מתוואי הכביש שנשלל (שכבת קרקע זו כוללת חומר אורגני, ומצויים בה פקעות, בצלים וזרעים). הנטיעות בשטח המחצבה התבצעו בשנת 2009 לאחר חורף אחד, שבמהלכו נבט צומח עשבוני והקרקע התייצבה.

בשטח ניטעו עצים מהמינים הרוב מצוי, שיזף מצוי, אלה אטלנטית ואורן קנרי, שקיבלו טיפול יערני רגיל (כלומר השקיות עזר בשלוש השנים הראשונות וגיזום). לא בוצעה הדברת עשבייה על הגבעה הבנויה, אלא כיסוח בלבד, כדי



חיפוי הגבעה בשכבת קרקע עליונה שנאספה מתוואי הכביש. מבט לכיוון דרום, 2005  
צילום: גיל סיאקי



15 שנים לאחר השיקום – מבט מראש הגבעה לכיוון צפון, 2021  
צילום: גיל סיאקי



## עצים ששווה להכיר

עידן קופלר\*<sup>1</sup> | עזרא ברנע<sup>2</sup>

1 מיגל – מכון למחקר מדעי יישומי בגליל

2 עמותת אלוני ישראל

\* idankopler@gmail.com

### אלוני התולע בישראל – שגרירי האזורים ההרריים

העץ מתנשא לגובה של עד 15 מטר, קוטרו מגיע לעשרות ס"מ ואף יותר, והוא בעל עלים רחבים. צמרתו עשויה להיות עגולה או כדורית, ולחלופין צרה וגבוהה (בעיקר באזורים הגבוהים של החרמון). אלון התולע נמצא בישראל באזורים הרריים ברום 350 מטרים או יותר מעל פני הים, שנהנים ממשקעים שנתיים של 500 מ"מ גשם לפחות. העץ נפוץ בעיקר בגליל העליון, בצפון רמת הגולן ובחרמון. ניתן למצוא פרטים מפוזרים גם בגליל המערבי, בכרמל ובשדרת ההר. הוא צומח לרוב כמין נלווה יחד עם אלון מצוי. בחרמון אלון התולע מופיע ביער מעורב יחד עם אלון שסוע (*Q. cerris*) או אלון חרמוני (*Q. look*). במקום הצמיחה הטבעי שלו, אלון התולע הוא עץ נשיר.

אלון התולע שייך לקבוצת האלונים הלבנים. לקבוצה זו שייכים, בין היתר, אלון אנגלי (*Q. robur*) ואלון הגלעין (*Q. ilex*). אחד המאפיינים של קבוצה זו הוא ספלול בעל קשקשים מהודקים. בדרך כלל, האגוז של אלון התולע צר יחסית, ארוך ובולט באופן ניכר מן הספלול.

אלון התולע, ששמו המדעי *Quercus boissieri*, נקרא על שמו של החוקר השווייצרי Edmund Boissier (1810–1882). החוקר המכובד חיבר חמישה כרכים עבי כרס, שנקראו "Flora Orientalis" ועסקו בצמחיית המזרח התיכון (דפני וח'טיב, 2012). המין הוא עץ מרכזי וחשוב בחורש הטבעי ההררי בישראל, אולם בהשוואה לאחיו המוכרים יותר – אלון מצוי (*Quercus calliprinos*) ואלון התבור (*Q. ithaburensis*), הוא נותר מין אנונימי ובלתי מוכר.

שמו העממי של אלון התולע באנגלית הוא Cyprus oak – אלון קפריסין. הוא מכונה בערבית "בַּלוּט עֶפְצִי" (بلوط عفصي = אלון העֶפְצִים) או "עֶפְצִי" (عفص = עֶפְצִי), שם המצוין לעיתים נדירות גם את אלון התבור וכן מיני אלונים אחרים, המצויים במרחב שבין ספרד לאיראן ואינם גדלים בארץ. אלון התולע קיבל את שמו העברי בהיותו אכסניה למספר מיני צרעות טפילות המטילות ביצים על ענפיו או פרחיו. הביצים מתפתחות לעפצים, המהווים את הבית של הרימה/תולעת של הצרעה.



איור 1

**אלון התולע צפונית-מזרחית לעין קינייה**  
צילום ודיווח: אלכס הלפרן ואבי שמידע



איור 2

**אלון התולע בפארק הכפר התלמודי בקצרין**  
צילום ודיווח: עידן קופלר ומולי ברוג



איור 3

**אלון התולע בנחל חצור**  
צילום ודיווח: אפרים אזוב

להלן נציג בחלוקה לאתרים מספר עצים נבחרים, המפוארים והמרשימים ביותר, שמופו על ידי עמותת אלוני ישראל באתר עמותת אלוני ישראל (<https://tinyurl.com/> qinfectoriasspveneris).

החרמון – פרטים רבים, גדולים ומרשימים גדלים בהר כחל, בהר שזיף ובהר סנאים ואף באתרים גבוהים יותר ביער הספר ההררי (חגורת הצומח בחרמון ברום 1,500–1,800 מטר). לצערנו, אין לנו עדיין מדידות מדויקות לגבי ממדיהם. אלון התולע הגדול ביותר שמידותיו ידועות נמצא בחלק הדרומי של הר החרמון ברום 870 מטר, צפונית מזרחית לכפר עין קינייה. היקף גזעו מתחת לפיצול הבדים (גובה 0.5 מטר) הוא 4.45 מטר המעיד על קוטר מחושב של 1.4 מטר – נפיל אמיתי (איור 1). ראויים לציון אלוני התולע האדירים והמרשימים בבני חזורי, אולם עדיין לא עלה בידינו למדוד אותם. נקווה שבתיאום מראש הדבר יצלח.

רמת הגולן – אוכלוסיית יער אודם בואכה רכס בשנית. יער אלונים מעורב המשתרע על פני 16,000 דונם ברום של 700–1,000 מטר. ביער זה האלונים הם כ-75% מן העצים, וכ-30% מכלל האלונים הם אלוני התולע. שני פרטים של אלון התולע מתבלטים על פני השאר. הראשון ממוקם בחלקו הצפוני של לוע הר אביטל, סמוך לאוכף אביטל-בנטל ברום 963 מטר. קוטר הגזע בגובה חזה הוא 1.47 מטר, ופיצול הבדים בגובה 1.53 מטר. קוטר הצמרת מגיע לכ-20 מטר. בלוע האביטל יש פרטים רבים של אלון התולע, גם במדרון וגם בתחתית המישורית של הלוע. הפרט השני ממוקם מחוץ לתחום תפוצתו העיקרי של אלון התולע, בשטח הפארק התלמודי בקצרין, מזרחית לבית הכנסת העתיק. מיקומו בתוך פארק ציבורי מעלה תהיות אם הוא שריד לאוכלוסיית בר. סביר להניח שקדם לפארק, אם כי אין ספק שההשקיה שנהנה ממנה, יותר בעבר מאשר כיום, סייעה לו להגיע לממדים יוצאי דופן אלה – היקף גזע של 3.80 מטר, המקביל לקוטר מחושב של 1.40 מטר וקוטר צמרת של 17 מטר (איור 2).

הגליל העליון – רבים הם אלוני התולע המרשימים בגליל העליון, מרכז רמים עד הגליל המערבי. מוכרים לנו אלוני התולע גם בגליל התחתון, למשל, צפונית ליישוב הבדואי זרזיר, בנחל צלמון דרומית למורן ובכמון. בחרנו לצייין את אלון התולע בנחל חצור, צפונית-מזרחית להר דלתון. קוטר גזעו עולה על מטר וקוטר צמרתו 14 מטר (איור 3).

רכס הכרמל – פרטים רבים של אלון התולע מפוזרים בכרמל הגבוה, מאזור הר ערקן והר שוקף דרומה ומזרחה אל המוחרקה, חלקם הגדול בערוצי הנחלים ובמדרונות במפנה צפוני. פרט אחד נישא מעל כולם, וייתכן שהוא אלון התולע

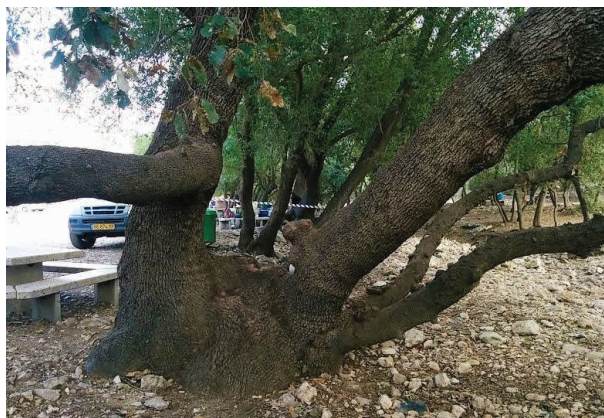
ארבע. ריכוז יפה שלהם ניתן לראות בהר סנסן, מערבית לביתר עילית ברום 650 מטר. המרהיב מכולם הוא אלון התולע בשייח' עבדאללה או אתר חלום יעקב, צפונית-מזרחית לבית אל ברום 890 מטר. לצערנו, אין בידינו את נתוניו, אך התמונה המצורפת מסגירה במעט את מידותיו המרשימות (איור 5).

הגדול ביותר בארץ. בחניון האגם שבנחל אלון, ברום נמוך במיוחד של 220 מטר, שוכן לו אלון התולע כביר הממדים והמרהיב בעל הגזע המפוצל. היקף גזעו 5.85 מטר, התואם קוטר מחושב של 1.85 מטר. לאלון זה ענף צדדי הנמתח 17 מטר לכיוון מערב (איור 4). בהחלט מראה מעורר השתאות. יהודה ושומרון – ניתן למצוא את אלוני התולע מאזור רבבה מערבית לאריאל שבשומרון ודרומה עד צפונית לקריית



איור 5

אלון התולע בשייח' עבדאללה/אתר חלום יעקב, צפונית-מזרחית לבית אל, השומרון



איור 4

אלון התולע בחניון האגם, נחל אלון שבכרמל  
צילום ודיווח: עזרא ברנע

## מקורות

דפני א וח'טיב ס"ע. 2012. שמות האלון ופתגמיו. אתר צמח השדה. <https://www.wildflowers.co.il/hebrew/ReadMore.asp?ID=518>

אתר מיפוי אלוני ישראל <https://ior.maps.arcgis.com>  
אתר עמותת אלוני ישראל <https://tinyurl.com/qinfectoriasspvenensis>  
אתר צמחיית ישראל ברשת, אלון התולע <https://flora.org.il/plants/QUEBOI>



# פתיחת היער לקהל והנגשתו – כברת דרך בשלושים שנה: שיחה עם יחיאל כהן

גלעד אוסטרובסקי<sup>1</sup> | עדי נוי איזנר<sup>2</sup>

- 1 אגף הייעור, קק"ל
- 2 מרחב מרכז, קק"ל

בטוחה ונופית, יצירת אזור שהייה עם כל המתקנים הדרושים, וממנו יציאה למסלולי טיול רגליים ולמסלולי אופניים המובילים לריכוזי פריחות, אתרים ארכאולוגיים ונקודות תצפית מרשימות. על כל זאת להיעשות תוך הקפדה על התערבות מזערית בשטח בעבודת ידיים ושימוש מרבי בחומרים טבעיים מהשטח.

פיתוח בטבע בכלל וביערות קק"ל בפרט שונה מפיתוח במגזר העירוני. האתגר הוא לתת לציבור המבקרים את השירות הנדרש לשהייה ביער, אך בצורה שמשתלבת בטבע ולא בצורה שהורסת אותו או פוגמת בהנאה ממנו. בקק"ל הגענו למסקנה שתוכנית מדידה לא עוזרת לנו, מכיוון שהיא לא משקפת בצורה אמינה את השטח ואת מרכיביו, וקשה להתחבר אליה ולהכין על פיה תוכניות עבודה לביצוע. כך התפתחה צורת העבודה של הכרת השטח ברגליים, גיבוש הרעיון התכנוני והפיכתו לתוכנית רעיונית גרפית בפירוט שמספיק לגיבוש כתב כמויות ואומדן לביצוע. מכיוון שהעבודה בוצעה בהנחיית שטח, התוכניות שימשו בעיקר לצורך שיווק הפרויקט לתורמים ופחות כתוכניות עבודה. האתגר של המתכננים של בקק"ל הוא מצד אחד לתת שירות למבקרים ולתכנן אלמנטים שהציבור מצפה להם וזקוק להם, ומצד שני לשמור על אופי היער ולהשתלב בו. עוד נושא תכנוני שאני רוצה לספר עליו הוא הצבע ביערות. בתחילת עבודתי רציתי לשלב צבע ביערות על ידי שילוב של מתקני משחק צבעוניים ממתכת. לאחר מספר שנים שינינו את טעמנו והחלטנו לחזור למתקנים מעץ, שמשתלבים יותר בנוף היער ומשדרים צנעה מסוימת. כיום אנחנו נמנעים כמעט באופן גורף מהצבת מתקני משחק ביערות המרחב.

יחיאל כהן נולד בקיבוץ שמיר, ולמד אדריכלות נוף בטכניון. הוא עובד בשלושים שנה בקק"ל. יחיאל נקלט כאדריכל נוף במחלקת התכנון של מרחב מרכז בתקופה של שינוי בתפיסת קק"ל בתחום קליטת הקהל ביערות והנגשתם לאנשים עם מוגבלות. במהלך 12 השנים שמילא את תפקיד אדריכל הנוף של המרחב, הוקמו בו מאות אתרים קולטי קהל, ובהם שבילי טיול, מצפורים, חניוני פיקניק, אתרי הנצחה ועוד. תפקידו האחרון בקק"ל, כבר 18 שנה, הוא סגן מנהל מרחב מרכז.

## כיצד התחלת לעבוד בקק"ל?

הגעתי לעבוד בקק"ל בתחילת שנות ה-90 על תקן אדריכל נוף. נקלטתי לעבודה במטרה לתכנן כ-15 פרויקטים קולטי קהל ולפקח על ביצועם על ידי קרוב ל-1,500 מובטלים שהועסקו בשעתו במרחב מרכז.

הפרויקט הראשון שלי היה שלושה שבילי עלייה לתל צרעה. עם סיומו של הפרויקט קיבלתי קביעות, והצטרפתי למחלקת התכנון של מרחב מרכז בתפקיד "אדריכל הנוף של המרחב". בתקופה זו צוידתי ברכב מסוג טנדר סובארו 4x4, והתחלתי לבצע תורנויות לכיבוי שרפות שאפשרו לי ימים שלמים של שוטטות ביערות להיכרות ולאיתור אתרים המתאימים לקליטת קהל. באותה תקופה מרבית התוכניות יצאו לפועל תוך זמן קצר.

## הקו התכנוני ניכר ביערות. האם הייתה תפיסה תכנונית?

התפיסה התכנונית שהייתה אז קיימת עד היום, ועיקרה יצירת חבילת בילוי בחיק הטבע על ידי דרך גישה נוחה,

בשנת 2015 הוענק לקק"ל פרס הצטיינות מטעם עמותת "נגישות ישראל" על תרומתה בתחום הנגשת אתרי טבע לאנשים עם מוגבלות. בתעודה נכתב: "פרס נגישות ישראל לשנת 2015 מוענק בזאת לקק"ל פארק אילנות על דוגמה למופת של הנגשת פארק טבע לאנשים עם מוגבלות. ההנגשה היא ברמה הגבוהה ביותר, מהווה דוגמה לחיקוי להנגשת אתרי טבע. פארק אילנות מאפשר חוויית טבע נגישה לכל סוגי המוגבלות. מסלול הנגישות ארוך, נגיש, שוויוני, משלב ונוח במיוחד". אני גאה מאוד בחלקי בפרויקט חשוב זה.

### האם שילבתם אומנות ביערות?

כן. דרך הפסלים ביער צרעה היה פרויקט מקסים שנעשה בשנות ה-90. יוזם הפרויקט היה נתן סאס, ששימש בעבר מנהל המרחב ומונה לימים למנהל האגף לגיוס משאבים בקק"ל. הרעיון שלו היה לשלב "שכבה אומנותית" ביער צרעה תוך מתן הזדמנות לאומנים, שרובם עולים חדשים ממדינות חבר העמים. במסגרת הפרויקט אורגנה סדנת פיסול בתקופת חול המועד סוכות, וסיפקנו לאומנים שנבחרו את כל שנדרש להם לצורך יצירת הפסלים. האומנים פיסלו בחורשת הזיתים שבמרכז היער ובמקביל התקיימו בה גם סדנאות פיסול לציבור הרחב. ההנחיה לאומנים הייתה להשתמש בחומרים מקומיים ומשתלבים, כמו אבן ומתכת. זו דוגמה טובה לשילוב אומנות בטבע. לאחר השלמת הפסלים מיקמנו אותם בעצה משותפת עם האומנים. הפסלים שואבים את השראתם מנופי האזור ומזיכרונות העבר. אני סבור שהפרויקט יצר אתר ייחודי ומעניין, המשלב את יצירות האומנות ביער ובאתרים קולטי הקהל שבו. בהמשך שילבנו יצירות אומנות גם ב"דרך החשמל" ביער בן-שמן, ב"חניון התקווה הטובה" ביער בן שמן, באתרים שונים בפארק בריטניה ובעמק רפאים בירושלים.

### תרצה לומר דברים לסיכום?

לאחר 30 שנות עבודה בארגון ולקראת פרישתי אני מסתובב ביערות במהלך השבוע ובסופי השבוע ורואה את "היצירות" התכנוניות שלי ושל עמיתיי למרחב ואת השימוש שנעשה בהן. מבחינתי זהו שיא הסיפוק. למעשה, לתחושת ישי קו המחבר בין החוויה הקיבוצית שגדלתי בה, לקק"ל שעבדתי בה 30 שנה. כל מי שיש לו רעיון או יוזמה יכול לבצע אותם. מתוך כ-750 אתרים קולטי קהל במרחב מרכז הייתי מעורב בתכנון ובביצוע של כ-500 אתרים. אני מודה למי שפתח לי את הדלת, ולכל השותפים הרבים שהיו לי בדרך. האפשרויות שקק"ל נתנה לי הן בגדר חלום, לא הייתי יכול לדמיין את סיפור חיי בתקופת בגרותי כך שיהיה טוב יותר ממה שקרה לי! אני עוזב בלב שלם ובידיעה שיש לנו דור המשך חרוץ, כישרוני ויוזם, היודע לשתף פעולה באווירה טובה.

אנו שואפים שהחוויה שאנו מספקים למבקרים ביערותינו תתבסס על הטבע ועל הקיים בשטח, בעוד שאת חוויית המשחק יחווה הציבור סמוך לביתו או בפארקים הציבוריים והמטרופוליניים. חוויית הבילוי ביערות שונה מזה שבתחומי היישובים.

### לאחר מכן מונית לסגן מנהל מרחב. האם המשכת לעסוק בתכנון?

כן, עד שהתמלאו השורות, והגיע הדור החדש, שלא נפל מקודמו, ואף עלה עליו.

באמצע שנות ה-90 יצאה קק"ל בקמפיין ש"פותח את היער לציבור". הכרזה זו שמה במרכז את פיתוחם של היערות לקליטת קהל. אומנם היערות לא היו סגורים גם לפני כן, אך הם היו פחות מזמינים. בעקבות מהלך זה נבנה מערך קליטת הקהל, והחלה הפניית תקציבים גדולים לפיתוח היערות לקליטת קהל.

### יש פרויקט שאתה זוכר או אוהב במיוחד?

תכננתי פרויקטים רבים שניהלתי את ביצועם או ריכזתי את ועדת ההיגוי וצוות התכנון בהם, קצת קשה לבחור את הבולטים שבהם, ובכל זאת...

**פארק הלוחם ביער חרובית.** מי שיזם את הפרויקט היה ארגון נכי צה"ל. תכנן אותו אדריכל הנוף איתמר רעיוני ממשד סגל רעיוני, בעזרת צביקה גור, נכה צה"ל המתנייד בכיסא גלגלים שליווה את הפרויקט מטעם ארגון הנכים. בשלב הראשון הוכשר שטח של 110 דונם המוגש לאנשים עם מוגבלות, ובשלב השני נסלל שביל מוגש באורך כ-2 ק"מ, מהחניונים שהוקמו בשלב הראשון ועד לנקודה הגבוהה ביותר ביער שיש בה תצפית מרשימה מערבה למישור החוף עד הים. פרויקט זה היה הפרויקט הראשון שנחשפנו בו לצורכי אוכלוסייה זו, שמנתה אז כ-600,000 משתמשים פוטנציאליים, והוא זה שסלל את הדרך לכניסתה של קק"ל לתחום הנגשת אתרי טבע לכלל הציבור, כולל אוכלוסיית המוגבלים.

מאז, תחום הנגישות באתרי קק"ל הוא הבייבי שלי. "ממונת הנגישות הארצית" של קק"ל (מירב דוידיאן) הייתה השרטטת שלי במשך שנים רבות, ואני גאה ש"גידלתי אותה" לתפקיד. פרויקט נוסף שאני אוהב הוא **הגן הבוטני באילנות**, שתכננו האדריכליות צופיה רוזנר ונאוה רגב. את שדרוג המבנה והנגשתו תכננה אדריכלית נאוה רגב, ועל תכנונה וביצועה של התצוגה על כל מרכיביה הופקדה חברת "קומפיוגרפיק". אני ריכזתי את צוות התכנון וניהלתי את צוות ההיגוי ואת הקמתו של מרכז המבקרים. בהמשך התקבלה תרומה נדיבה מדנמרק להכשרת מבנה הספרייה הנושג של חוקרי מכון וולקני, שפעלו שם סמוך להקמת המדינה. בתהליך המרתק השתתפו גורמים רבים מתוך קק"ל ומחוץ לה, והוא היה מקצועי, ענייני ומאלף.



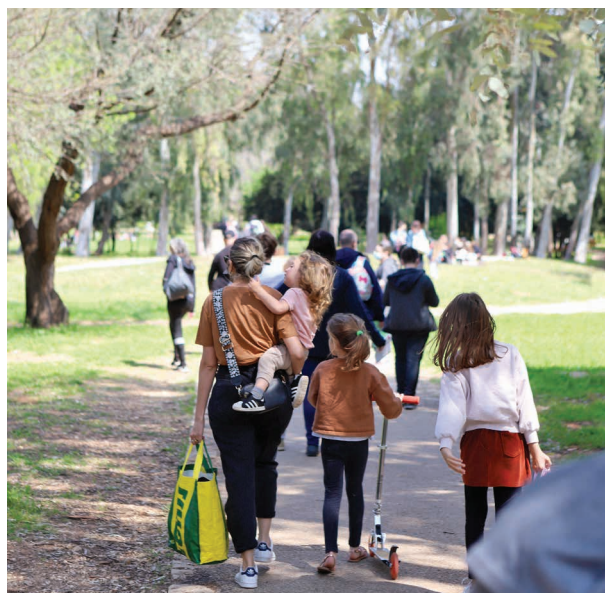
דרך הפסלים, יער צרעה, פסל הפטרייה, 2020  
צילום: בוני שיינמן, ארכיון הצילומים של קק"ל



קבוצת מיקוד של אנשים עם מוגבלויות, יער חרובית,  
העשור הראשון של המאה ה-21  
צילום: יחיאל כהן



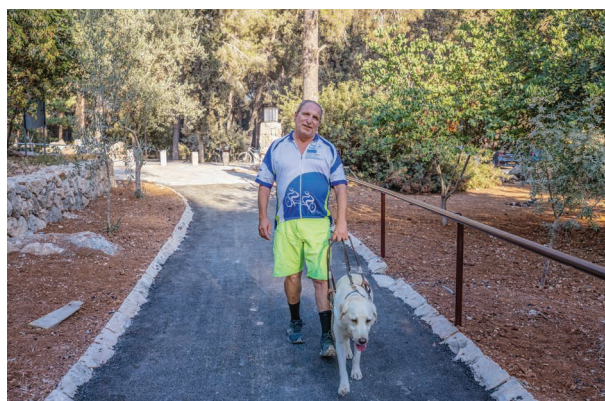
תצפית ביער אשתאול  
צילום: יחיאל כהן



משפחות מבלות ביער אילנות, הפנינג ניווט, 2021  
צילום: עמוס לוזון, ארכיון הצילומים של קק"ל



שלט בתבליט לכבדי ראייה, חניון העיוורים, יער בן שמן, 2021  
צילום: בוני שיינמן



שביל מונגש בחניון העיוורים, יער בן שמן, 2021  
צילום: בוני שיינמן



# בוסתנים ורעייה בשטחי היער: שיחה עם סוהיל זיידן

גלעד אוסטרובסקי

אגף הייעור, קק"ל

מטעים רבים ביערות סביב ירושלים. בשנות ה-50 קק"ל נטעה כ-40 אלף דונם חרובים במרחב מרכז. המטרה הייתה להשתמש בכרי החרוב להעשיר את המזון של הפרות. זה היה ניסוי שלא צלח. ואז שאלתי את עצמי – מה עושים עם החרובים? זה היה בשנות ה-90. חברתי לחוקר של עצי זית בספרד, בברצלונה, והתחלנו במחקר. חקרנו זנים שונים של חרובים שגדלו בישראל וכאלה שהובאו ממקורות אחרים. הזן שהתבלט לטובה נקרא א.א. אהרונסון, על שם אהרון אהרונסון, שהקים את חוות האקלום בעתלית.

החוקר התמקד בשימוש בזרעי החרובים כדי לייצר מייצבי מזון. לאחר מכן עסקנו במולסה (סירופ חרובים) שמייצרים מהציפה של החרוב. תוצאות המחקר הביאו לנטיעה של עצי חרוב ביוון, בספרד, באיטליה ובפורטוגל. בישראל הקים יזם ישראלי חברה שעוסקת בתחום, ועודד נטיעה של חרובים בארץ. כיום גדלים בישראל כ-40 דונם מטעים חקלאיים של חרובים ביישובים בצפון. לחרוב יתרונות רבים: העצים גדלים היטב בקרקעות שונות, החל מקו ראשון על שפת הים וגם בהשקיה במים מליחים.

נוסף על כך, החרוב הוא עץ שמקבע כמות גדולה של פחמן;

סוהיל זיידן עובד בקק"ל 35 שנים, וגר בזמר. הוא יערן ואגרונום, ולמד בפקולטה לחקלאות ברחובות.

## מתי התחלת לעבוד בקק"ל, ואיך הייתה התקופה הראשונה שלך בארגון?

התחלתי לעבוד בקק"ל בשנת 1986 בגלל אבא שלי, הוא דחף אותי לזה. הוכשרתי להיות מדריך חקלאי במשרד החקלאות, ואבא ז"ל אמר לי, "רק קק"ל". מי שקלט אותי היה עמרי בונה, שהיה בשעתו מנהל אזור הכרמל. התחלתי את עבודתי כיערן בוואדי ערה.

לא קיבלתי הדרכה או הכשרה כיערן. בשעתו לא היו תוכניות ולא הייתה תמ"א – מה שחלמתי בלילה ביצעתי ביום למחרת. ייערנו. היום אנחנו מתברכים במה שעשינו בשעתו.

## איך התקדמת בקק"ל לאחר מכן?

הייתי עוזר למנהל חבל מרכז בין השנים 1990–1996. הקמתי את תחום הבוסתנים בקק"ל. הבוסתנים נועדו לשמש אזורי חיץ לאש בתוך גושי היערות הגדולים ולספק אטרקציה למטיילים ביערות, שיוכלו לאכול תאנים, חרובים... נטענו

**השתמשו בריסוס מהאוויר להקמת יער או גם ביער קיים?**  
השתמשו בריסוס מהאוויר כשנטעו יער חדש וגם להדברה של הקידה השעירה והסירה הקוצנית לשם השבת מרעה. אני התנגדתי, ועד היום מתנגד לזה. זה פשע. כשמדובר בהדברת עשבייה למניעת תחרות עם עצים בשנה הראשונה והשנייה לאחר הנטיעה, חשבתי שכדאי להתמקד בריסוס סביב בור הנטיעה. התחלנו לרסס סביב הבור לפני הנטיעה.

אז הכנסתי את הנושא של ריסוס נישא על גב פועלים. בקק"ל נהגו לרסס בעבר באופן אוטומטי בחניונים קולטי קהל. אני התנגדתי. לשמחתי הרבה, באתרים קולטי קהל לא מרססים כיום. יש הרבה דריכה, ואין כמעט עשבייה. לאחר שהפסקנו את הריסוס שגורם לדיכוי שיחים וצומח רב-שנתי, ראינו מיני צמחים חדשים שנכנסו ליערות או שהתחילו לגדול בשולי יערות. באתרים קולטי קהל אין צורך לטפל בעשבייה.

#### **תוכל לספר על נושא הרעייה?**

לדעתי, הגיע הזמן שנתקדם ביערות לרעייה משולבת. כלומר, לשלב ביער רעייה של עדרי עיזים, כבשים ופרות. כל אחד מהם אוכל סוג אחר של עשבייה. אנחנו צריכים להשתמש בעדר כממשק, וגם לשלם כסף עבור הרעייה המשולבת לבעל העדר, כמו שבמטעים, החקלאי משלם לכווון עבור האבקה על ידי דבורים. לכן, התכנון בשיתוף אנשי המרעה חשוב מאוד. לדעתי, צריך שקק"ל תעודד הקמת עדרים בעיקר במרכז, ולא להביא לאזור עדרים מהנגב.

#### **הגעת לקק"ל כיערן צעיר ופיתחת מספר תחומים מרכזיים – חרובים, הדברה, רעייה. יש תחומים נוספים שעסקת בהם?**

קידמתי לאחרונה את הקשר של המגזר הערבי ליערות. קק"ל נטעה יערות לרווחת כלל התושבים. במהלך השנים אני רואה שהתחזק הקשר בין האוכלוסייה הערבית ליערות. החזון שלי הוא לראות ערבים יוצאים לנקות את היערות מיוזמה עצמית. יש התחלה, ואני חושב שקק"ל צריכה להשקיע יותר בנושא של שיתוף הפעולה עם הערבים.

#### **תרצה להגיד מספר מילים לסיכום?**

מה שהנחה אותי במהלך תפקידי הוא העובדה שראיתי את היערנים כמנהלים שלי. המטרה שלי הייתה לשרת אותם ולסייע להם. זה הדבר החשוב ביותר, לעבוד בהרמוניה מלאה, כדי שלא ירגישו שבא משהו מאגף הייעור ומסתכל עליהם מלמעלה למטה, ולכן היערנים נמצאים איתי בקשר מצוין. אני איש של עצים ואיש של יער, ואשאר קשור אליהם. אשמח לתרום בהתנדבות לקידום הקמת עדרים לממשק של שטחים פתוחים בכלל ושל שטחי יער בפרט. אני בקשר מצוין ורציף עם אנשי המקצוע של קק"ל וגם עם הגמלאים. קק"ל זו משפחה אחת.

יש לו חשיבות למרעה דבורים, כי הוא עץ בעל צוף; מתחת לחרובים יכולה לגדול צמחייה טבעית, הוא לא מתחרה איתה. כך ניתן לשלב עם נטיעת החרובים גם מרעה של בעלי חיים, וגם הפקה של מוצרים שונים לתעשייה. לדעתי זה ענף נהדר.

#### **הצטרפת לקק"ל בצעירותך, למדת לאחר מכן?**

נכנסתי לעבודה עם תואר ראשון, ולאחר מכן המשכתי ללמוד בפקולטה לחקלאות. התמחיתי בנושא זיתים אצל כרוכ' שמעון לביא. ואני רוצה להחזיר את כולנו לשנות ה-80 – מי חשב אז על נטיעת עצי זית? היו עוקרים אותם. עקרו זיתים באחיהוד כדי להרחיב את השטח החקלאי, 4,000 עצי זית. אני האמנתי בעץ הזה, לכן הובלנו בפקולטה פיתוח של זנים חדשים נוסף על הזנים המקומיים. אני רוצה להזכיר שהנטיעה הראשונה של קק"ל בשנת 1902 הייתה מטע זיתים, ביער חולדה (יער הרצל). ביער הרצל נטועים עצים מהזן שמללי. הוא לא מתאים לכבישה, הוא עתיר שמן, ואינו סירוגי (ועל כן נותן יכול טוב במהלך השנים).

#### **הזן שנקרא סורי הוא זן מקומי?**

במחקרים הוכחנו שיש שני זנים מקומיים. אחד מהם הוא הסורי, שבמקור נקרא צורי, וצורי זה בצד"י, יש השפעה של העברית על הערבית. היה יותר קל לערבים להגיד סורי ולא צורי. וגם היהודים אמרו סורי במקום צורי. אבל אין לו קשר לסוריה, הוא לא גדל בסוריה. הזן המקומי שגדל בסוריה נקרא הזן הסוראני, זה זן אחר לגמרי. היה יוכוח במשך השנים מאיפה הגיע הזן שנקרא סורי, האם מצור? אבל בחפירות ארכאולוגיות הוכח שהזן הסורי מקורו בכרמל. רשות העתיקות מצאה זרעים רבים של זית ובית בד עתיק בתוך הים, קרוב לחוף כרמל. זהו כנראה הזן המקומי.

#### **עסקת רבות בנושא ההדברה. מה תוכל לספר על כך?**

במשך שנים הייתה חברה ממשלתית להדברת עשבייה. היא הייתה אחראית על הריסוס בארץ ונתנה שירותים לקק"ל, לרט"ג, למנהל מקרקעי ישראל, למע"צ ועוד.

ואז הייתה החלטת ממשלה לפרק את החברה. אני הייתי הנציג של קק"ל כשפירקו אותה. אמרו לי לקחת על עצמי את הדברת העשבייה כתחום מקצועי. התחלנו בקק"ל להשתמש בחומרים ידידותיים יותר לסביבה. החומר אמיר (EMIR) הוכנס לשימוש בישראל על ידי קק"ל. החומר לא פוגע בקרקע, לא מחלחל למי תהום, ופועל על שכבת הקרקע העליונה בלבד, על 5 ס"מ מגובה פני הקרקע. אני לא מהתומכים הנלהבים של הדברת עשבייה. אני אוהב להשתמש במינימום חומרי הדברה, היכן שניתן אני מעדיף לעשות שימוש בהדברה אגרו-טכנית, אגרו-מכנית. כיסוח, טוריה מכוש או מגל. אני ביטלתי את הריסוס מהאוויר, היה ריסוס עשבייה מהאוויר. אמרתי – לא בבית ספרי, ביטלתי.



פארק קנדה, מטיק סוכות, 2015  
צילום: יעל אילון, ארכיון הצילומים של קק"ל



פארק עדולם, 2015  
צילום: יוסי זמיר, ארכיון הצילומים של קק"ל

■ **Bedouin sheep pens in Keren Kayemeth  
LeIsrael-Jewish National Fund forests near  
Modi'in as a basis for the study of ancient  
pens in the Negev and Sinai**

Mordechai Haiman

**Abstract**

This article was written following the last conference of the IALC and presents data from two research projects focusing on a multidisciplinary-environmental approach to archaeological sites.

One study examined a number of contemporary Bedouin animal pens in anticipation that this investigation would shed light on the rationale underlying the construction of the ancient pens. The study area was in the KKL-JNF forests near Modi'in leased to Bedouins from the desert area of Arad, ca. 100 km to the south during the months grass grow grows naturally. It was found that the main pen in the Bedouin grazing camps is divided into 6-8 smaller areas and is used for sheep, unlike goat pens, which were divided into no more than 2-3 smaller areas. This type of structure is well known from ancient sites in the Negev and Sinai deserts, named "enclosed structures", which were already identified as sheep/goat pens in 19th century studies.

The numerous subdivisions of the sheep pens

include the following areas: An area for ewes without lambs, an area for ewes with young lambs, an area for males and ewes who do not go out to graze, (sick or just about to give birth), an area for older lambs who go out to graze, an area for young lambs who do not go out to graze, a feeding area for ewes, a milking area, a meeting area for ewes to suckle their lambs, and the like.

In addition, two more facts were discovered: one is that the sheep need three daily waterings vs. two for goats, and the critical need of the sheep for seasonal green grass in the early springtime without which they do not breed.

The second project, which included fieldwork at selected sites, focused on mapping agricultural systems and sites to a display a ground plan that encompasses all the components of the sites and the surroundings. It was found that during most of the periods the enclosed structures believed to be sheep pens, constitute only about 5% of all the pens, most of which were used for goat husbandry. The exception was a large group of Early Bronze buildings spread between the town of Arad and southern Sinai, in which almost all of the buildings were enclosed structures (95%). The Bedouin encampments layout supports the assumption that sheep husbandry was dominant in that settlement. The goal of this work is to integrate the data of the two projects focusing on the issue of sheep rearing in the desert.

■ **The Nazareth-Dabburiya wildfire: remote sensing to assess burn severity – use and insights**

Idit Tikotzki <sup>1,2,3\*</sup>, Noam Levin <sup>4</sup>, Eli Argaman <sup>3\*\*</sup>

Wildfires are part of the Mediterranean ecosystem and are expected to increase due to climate change and global warming. This study focused on mapping and classifying burn severity using image-processing techniques based on remote sensing and machine learning. The wildfire in the Nazareth-Dabburiya Forest, which took place on October 9, 2020, was used as a case study to characterize areas with different burn severity. The analysis was based on images from the Sentinel-2 satellite of the European Space Agency (ESA) and an aerial photo taken by the KKL-JNF on 10/25/2020 (about two weeks after the fire). We calculated several

vegetation indices, reflecting the changes in the vegetation's chlorophyll or water content following the fire. We used the aerial photo to compile a catalog for a visual assessment of damage to vegetation, consisting of five categories of burn severity. We calibrated the vegetation indices with the catalog and found that the indices allowed us to distinguish the catalog's different categories. We also found a positive relationship between overstory cover percentage and burn severity. This indicates the importance of planting density and thinning to reduce burn severity. We found that the vegetation index, which reflected the chlorophyll content changes, had the highest correlation with the percentage of overstory cover. This may be explained by the dominance of coniferous vegetation in the study area. This study shows the importance of combining satellite information and high spatial resolution aerial photography for assessing fire damage.

---

1 Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Agricultural Research Organization – Volcani Center, Israel

2 Department of Geography, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

3 Soil Erosion Research Station, Soil Conservation and Drainage Division, Ministry of Agriculture and Rural Development, Israel

4 Remote Sensing Research Center, School of Earth and Environmental Sciences, University of Queensland, St Lucia, Queensland, Australia

\* [idit.tikotzki@mail.huji.ac.il](mailto:idit.tikotzki@mail.huji.ac.il)

\*\* [eliar@moag.gov.il](mailto:eliar@moag.gov.il)





## English Abstracts

### ■ Long-horned beetles as a threat to forest and ornamental trees in Israel: current situation and management options

Zvi Mendel<sup>1\*</sup>, Shahar Samra<sup>2</sup>, Moshe Nagari<sup>3</sup>, Carmit Sofer Arad<sup>4</sup>, Daniel Bensimon<sup>4</sup>, Omer Golan<sup>5</sup>, Maor Elron<sup>5</sup>, Dana Ment<sup>1</sup>, Ronen Shafir<sup>3</sup>, Idan Kople<sup>4,6</sup>

Long-horned beetles (Cerambycidae) may become severe pests when they encounter tree species suitable for their colonization and development. Susceptible host trees may display a genetic mismatch or be subjected to physiological weakness, and therefore lack the required defense systems needed to face the beetles' attack. Approximately 130 species of cerambycids are known in Israel, and as expected, only a minority among them are considered severe pests of healthy trees. Herein, we review some indigenous species that have become harmful: the duke beetle *Cerambyx dux*, the great capricorn beetle *C. cerdo*, the grape wood borer *C. Chlorophorus varius*, the mango branch borer *Niphona picticornis* and the sycamore borer *Rhaesus serricollis*. The five aggressive invasive long-horned beetle species

identified in Israel, are also briefly discussed: the mango stem borer *Batocera rufomaculata*, two eucalyptus borers *Phoracantha semipunctata* and *P. recurva*, the lebbek borer *Xystrocera globosa*, and the black pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis*, known as a vector for the pine pathogenic nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. Potential damage of the two Asian long-horned beetles, *Anoplophora glabripennis* and *A. chinensis* in Israel is discussed. Both these species have already become established in the East Mediterranean and may invade northern Israel in the near future. We present in brief, the direct and indirect effects of climate change on the performance of long-horned beetles as tree pests. Development of management tools to cope with the emerging problem of the long-horned beetle focused on three fields of activity. 1) Evaluating ten commercial insecticide formulations to prevent tree colonization by long-horned beetles, with an emphasis on environmentally friendly compounds; 2) evaluating the efficacy of specifically designated seismic sensors to detect tree colonization by larvae of long-horned beetles; 3) establishing a network of traps baited with commercial lures to identify the occurrences of the Asian long-horned beetles and the black pine sawyer beetle in Israel.

1 Plant Protection Institute, Agricultural Research Organization – Volcani Center, Israel

2 Department of Diagnosis and Identification of Pests, Plant Protection and Inspection Services, Ministry of Agriculture and Rural Development, Rishon LeZion, Israel

3 Shamir Research Institute, University of Haifa, Katzrin, Israel

4 Extension Service, Ministry of Agriculture and Rural Development, Rishon LeZion, Israel

5 Forest Health Unit, Forest Department, KKL-JNF, Israel

6 MIGAL - Galilee Research Institute, Kiryat Shmona, Israel

\* Zmendel@volcani.agri.gov.il



# TABLE OF CONTENTS

---

<b>On the Opening Page</b> Avraham Duvdevani	<b>3</b>	<b>The little things that make a big difference – making forests accessible to all</b> Bella Nudelman	<b>49</b>
<b>Editorial</b> Gilad Ostrovsky	<b>4</b>	<b>Renewing the KKL-JNF grove in Kiryat Shmona</b> Ofri Huta-Zeitlin	<b>52</b>
<b>Original Articles</b>		<b>Meetings in the forest: community, tree survey and a healing process</b> Yahel Porat, Amnon Pecker, Arwa Igbaria	<b>54</b>
<b>Long-horned beetles as a threat to forest and ornamental trees in Israel: current situation and management options</b> Zvi Mendel, Shahar Samra, Moshe Nagari, Carmit Sofer Arad, Daniel Bensimon, Omer Golan, Maor Elron, Dana Ment, Ronen Shafir, Idan Kopler	<b>5</b>	<b>Zavit Cave – a unique nature site in a KKL-JNF forest</b> Omri Shalev, Waled Saed, Pnina Levnon, Shali Ben Ishai	<b>57</b>
<b>The Nazareth-Dabburiya wildfire: remote sensing to assess burn severity – use and insights</b> Idit Tikotzki, Noam Levin, Eli Argaman	<b>14</b>	<b>A Forest of Books</b>	
<b>Bedouin sheep pens in Keren Kayemeth LeIsrael-Jewish National Fund forests near Modi'in as a basis for the study of ancient pens in the Negev and Sinai</b> Mordechai Haiman	<b>24</b>	<b>Sustainability – A Cultural History, by Ulrich Grober</b> Gilad Ostrovsky	<b>59</b>
<b>Reviews</b>		<b>Then and Now</b>	
<b>Acclimation and tree improvement – applied tools for preparing for climate change</b> Aviv Eisenband, Hagay Yavlovich	<b>31</b>	<b>The Sde Moshe quarry in Shahariya Forest</b> Gil Siaki	<b>61</b>
<b>Opinions</b>		<b>Know Your Trees</b>	
<b>Planning and establishing multi-purpose orchards as part of dealing with climate change – thoughts for the future</b> Noa Eini Shriki	<b>39</b>	<b>Aleppo Oaks in Israel – ambassadors from the mountains</b> Idan Kopler, Ezra Barnea	<b>63</b>
<b>Stop <i>Prosopis</i> planting with no further delay!</b> Nitzan Segev, Benny Shalmon	<b>43</b>	<b>Talking with...</b>	
<b>Very Short Notes</b>		<b>Opening the forest and improving accessibility – a long way in thirty years: talking with Yechiel Cohen</b>	<b>66</b>
<b>The Hula Lake butterfly monitoring community</b> Naomi Margalit, Liraz Cabra-Leykin, Tal Melochna, Israel Peer, Shimona Sebag-Derhy	<b>47</b>	<b>Orchards and grazing in forests: talking with Soheil Zeiden</b>	<b>69</b>
		<b>English Abstracts</b>	<b>III</b>



# FOREST

Journal of Forests  
and Open Lands  
Management

Issue No. 23 | December 2022

Editor:

Dr. Anat Madmony

Editorial Council:

Dr. Anat Madmony  
Dr. Gilad Ostrovsky  
Dr. Shani Rohatyn

Editorial Board:

Dr. Erez Barkae  
Prof. Meni Ben-Hur  
Dr. Omri Bonnef  
Dr. Rakefet David-Schwartz  
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  
Uri Ramon  
Prof. Joseph Riov  
Dr. Shani Rohatyn  
Dr. 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**  
yaar.magazine@kkl.org.il

Publisher

Keren Kayemeth LeIsrael  
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](http://www.kkl.org.il/forest-online-journal)**  
KKL-JNF  
**[www.kkl.org.il](http://www.kkl.org.il)**

For more information

**1-800-350-550**

Cover picture

Valley of the Springs, Ayalon-Canada Park, March, 2022

Photo: Amir Hermes



# FOREST

Journal of Forests  
and Open Lands  
Management

Issue No. 23 | December 2022

