



קרן קימת לישראל

יער

כתב עת ליער, חורש וסביבה

גליון חס' 5-6 ♦ דצמבר 2004 ♦ טבת תשס"ה

עורכים:

ד"ר עמירם זהבי, אריה הניג

מערכת:

פרופ' יוסף ריוב, פרופ' צבי מנדל, ד"ר גידי נאמן, ד"ר מנחם זקס
ד"ר עליזה פלישר, ד"ר ירחמיאל קפלן, ד"ר צביקה אבני, גיל ספיר, אבי גורן
מימי קובנר, דויד ברנד, פול גינסברג, ד"ר עמירם זהבי, אריה הניג

יעוץ לשוני:

שרון גולדברג

אנגלית:

פול גינסברג

עיצוב:

אברהם זנון

גרפיקה והדפסה:

פרינטיב 02-6551000

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

אגף הייעור, אשתאול ד"נ שמשון 99775

טל'. 02-9905566

פקס. 02-9915517

yaar@kkl.org.il

הוצאה לאור:

קרן קימת לישראל, מינהל פיתוח הקרקע - אגף הייעור
והאגף לתקשורת וקשרי ציבור,
המחלקה לפרסומים ולהסברה קולית-חזותית
© כל הזכויות שמורות

תוכן

2

בפתח הגליון
מערכת "יער"

3

הייעור הממשלתי במדינת ישראל - אפילו
צבי אבני

12

תהליכי התפשטות של אורן ירושלים מיערות
נטועים לתוך צומח טבעי
אילה לביא, עמנואל נוי-מאיר, חיים קיגל ואבי פרבולוצקי

19

התפוצה העכשווית של אורן ברוטיה (*Pinus brutia*):
הערכה מחודשת לאור עדויות
דנדרארכיאלוגיות ודנדרוהיסטוריות
נילי ליפשיץ וגדעון ביגר

26

חקלאות בת-קיימא במכלול
שמירת ערכם של שטחים פתוחים בישראל
חיים צבן, נעה פלר, לירון אמדור, יורם אבנימלך ואופירה אילון

33

התפרצות של טוואית האלון
Lymantria disparina var. *disparina*
ביערות האלון בכרמל ובגליל
וניסויים ראשוניים בהדברתה
ציון מדר, נפתלי גדליהו וצבי מנדל

37

אקולוגיה של האבקה בצאלון נאה
עפרית שביט, אבישי שמידע וגדעון נאמן

45

גידול צמחי וטיבר (*Vetiveria zizanioides*)
לייצוב קרקע:
פיתוח ממשק גידול המתאים לתנאי הארץ
נתיב דודאי, אלי פוטיבסקי, דוד חיימוביץ ומני בן-חור

50

מדורים

II

תקצירים באנגלית

שער קדמי: סתיו, מטע אפרסמונים סמוך לשער הגיא (צילום: ע' זהבי)
שער אחורי: נחיל ארבה באילת (צילום: א' כנען)

בפתח הגליון

גיליון זה יוצא לאור כשנה לאחר הגיליון הקודם. קשיים שונים מנעו מאיתנו להפיק השנה שני גיליונות, אך בסופו של דבר עלה בידינו להוציא לאור גיליון כפול 5-6. בגיליון זה מאמרים במגוון נושאים באיקולוגיה של העץ, בייעור ובאיכות השטחים הפתוחים בישראל. עד לפני כארבעים שנה פעלו בארץ זה בצד זה שני אגפי ייעור, זה של המדינה וזה של קק"ל. אמנה שנחתמה בין המדינה לקק"ל איחדה את שתי היחידות, ומאמרו של אבני מתאר את שלהי ימי אגף הייעור הממשלתי בישראל, את היטמעותו באגף הייעור של קק"ל ואת ההשלכות של תהליכים ומאורעות שאירעו אז על הנעשה היום בייעור בישראל.

בשלושת העשורים האחרונים הצטמצמו הנטיעות באורן ירושלים וגדל בהדרגה חלקו של אורן ברוטיה כמין מוביל מבין המחטניים. שני מאמרים עוסקים במינים אלה. אורן ירושלים, למרות כריתות, שריפות והתמוטטות של שטחי יער שהיה נטוע בהם, ממשיך להתחדש מזרעים בחלקות יער ומחוץ להן. לביא וחבריה בוחנים את תהליכי התפשטות מיערות נטועים לתוך שטחי בור. במסגרת הסקירה ההיסטורית של הייעור בישראל מאירים הפעם ליפשיץ וביגר את תפוצתו של אורן ברוטיה בעבר ובהווה - הערכה מחודשת לאור עדויות דנדרו-ארכיאולוגיות ודנדרו-היסטוריות.

החורש הטבעי בישראל אינו סובל בדרך כלל מזיקי עלים שגורמים לו נזק ניכר. באביב 2001 פקדה את הארץ התפרצות של טוואית האלון (העש הצועני), שתקפה עצי אלון ואחרים בכרמל ובגליל; מזר וחובריו מתארים במאמרם את התפרצות המזיק וניסויים בהדברתו. ועוד על נזקי מזיקים: בשבועות האחרונים נכנסו ארצה להקות ענק של ארבה, ומבט על להקה כזו מופיע בתמונת השער. צמצום הפעילות החקלאית כורך בתוכו גם ירידה בערכים חשובים נוספים הנלווים לחקלאות. צבן וחובריו בוחנים פתרון אפשרי לבעיית שימור איכותו של הנוף החקלאי הפעיל, כרכיב משמעותי בשטחים הפתוחים בישראל.

שאלה איקולוגית מעניינת מעלים שביט וחבריה: הצאלון הנאה, אחד מעצי השדרה הבלטים בנוף העירוני בפריחתו האדומה באזורים הנמוכים בארץ, נראה כמותאם להאבקות ציפורים, ובפעול הוא מואבק בארץ רק על-ידי דבורת העץ. המחקר המתואר מנסה להסביר את התופעה. את הגיליון חותם מאמרם של דודאי וחבריו, אשר חקרו את השימוש בצמח הנטיבר לייצוב קרקע ואת הממשק המיטבי לגידולו בתנאי הארץ.

קריאה מועילה ונעימה העורכים

הנחיות לכותבים

כתב העת "יער" מפרסם מאמרים מקוריים, מאמרי סקירה (review) ודיווחים קצרים (short communication) במגוון נושאים הקשורים בייעור, בביולוגיה ובאקולוגיה של עצי היער והחורש והשטחים הפתוחים. כתב העת ישמש גם במה למכתבים למערכת ולתגובות על מאמרים המתפרסמים בו, והקשורים לנושאים אלה ולענייני ייעור אקטואליים. המאמרים יעברו רפרנטורה ויכללו גם תקציר אנגלי. כתב העת יופיע גם באינטרנט, במסגרת אתר קק"ל, בעברית ובאנגלית (אלא אם הכותבים יבקשו להימנע מכך). הכותבים מוזמנים להציג רפרנטים מומחים בתחום.

סוגי מאמרים שיתקבלו לפרסום:

סיכום של עבודת מחקר העוסקת בביולוגיה ובאקולוגיה של עצי היער, החורש והנוי, בבעלי חיים וצומח המלווים את עצי היער והחורש; ניהול מערכות צומח יערני; שמירת טבע של מערכות אקולוגיות אלה. סקירה (review) של נושאים בתחומי מחקר ופיתוח, המציגים בפני הקוראים נושאים חדשים ואקטואליים בנושאי יער, ייעור ואקולוגיה בארץ ובעולם. סקירה קצרה של פעילויות הקשורות לנושאי ייעור, כמו סיכום שנתי של עונת נטיעה, סיכום שנתי ומסקנות לגבי שרפות יער, מניעתן והמלחמה בהן, סיכום שנתי של הדברת פגעים ביער וכדומה. ביקורת ספרים מהארץ ומהעולם, שיש בהם עניין לעוסקים ביער ובחורש הטבעי ובשטחים הפתוחים בישראל.

הנחיות להכנת מאמר להגשה

- היקף המאמר - עד 4,000 מילים (כולל תקציר בעברית ורשימת ספרות). כותרת המייצגת את תוכן המאמר, שמות המחברים ומוסד עבודתם, כתובת מפורטת ודוא"ל של המחבר אשר אליו תופנה תכתובת.
- תקציר בעברית בן כ-200 מילים, בשפה פשוטה ומובנת לשאינם בעלי מקצוע, ובנוסף עד 6 מילות מפתח (בנוסף למילים הכלולות בכותרת). תקציר באנגלית בן כ-300 מילים, כולל עד 8 מילות מפתח. מבנה המאמר יכלול מבוא; גוף המאמר; סיכום; רשימת מקורות.
- הדפים יהיו ממוספרים. שמות מדעיים לטיניים של בע"ח וצמחים יופיעו באות נטויה *italics* אבל השמות בעברית, גם השמות המלאים הפורמליים, יופיעו באות זקופה. שם הסוג בעברית יופיע במלואו ולא באות קיצור.
- נא להקפיד על אחידות בכותרות הסעיפים וסעיפי המשנה.
- טבלאות וגרפים יוגשו בשחור על רקע לבן, ללא הצללה של תאים. גרפים יוגשו בפורמט Excel, יחד עם טבלת נתוני המקור.
- שמות הטבלאות והאיורים יכללו גם תרגום לאנגלית, וכך גם המקרא ושמות העמודות והצירים בתוך הגרפים. הכותרות יהיו מופרדות מהאיור עצמו ולא חלק ממנו. תוכן התאים צריך להיות בפונט 'דויד'.
- איורים יש לצרף כקובץ Power Point, .html או .jpg או .jif או מודפס על ניר משובח או בשיקופית. האיורים יוצגו בגליונות המודפסים בשחור-לבן (אבל יופיעו בצבע במסגרת האינטרנט). במקרים מיוחדים התמונה תוכל להופיע כתמונת שער צבעונית. כל טבלה ואיור יצורפו כך נפרד.

את המאמר יש לשלוח בעותק מודפס ובעותק אלקטרוני על דיסקט או בדואר האלקטרוני בפורמט Word, אל: מערכת "יער", אגף הייעור, קק"ל אשתאול 99775, דואר-נע שמשון, דואר אלקטרוני yaar@kkl.org.il.

הייעור הממשלתי במדינת ישראל – אפילוג

צבי אבני, אגף הייעור, קרן קימת לישראל, אשתאול zvikaa@kkl.org.il

תקציר

השאלות שבהן עוסק חיבור זה הן: מה היתה הפעילות של הייעור הממשלתי מקום המדינה ועד שהגיע לסוף דרכו? מהם הנושאים המקצועיים הייחודיים שהיו בעיסוק בלעדי של אגף הייעור הממשלתי ומה עלה בגורלם לאחר ביטולו של האגף? מהן הסיבות שבגללן הוחלט על מיזוגו של אגף הייעור הממשלתי במחלקת הייעור של קק"ל? מי היו דמויות המפתח בתהליך שהביא לקיצו של אגף הייעור הממשלתי? איך מוזג הלכה למעשה אגף הייעור במחלקת הייעור של קק"ל? מה היה שיקול הדעת למנות את שרון נֶץ ולא את ד"ר עמיהוד גור למנהל מחלקת הייעור של קק"ל ואיך הפכה סוגיה זו ליעיסוק המרכזי בתהליך ביטולו של אגף הייעור הממשלתי?

פעולות הייעור הממשלתי מקום המדינה ועד 1960¹

הייעור הממשלתי שפעל בתקופת המנדט הבריטי בארץ ישראל כמסגרת ממשלתית עצמאית² המשיך את פעילותו לאחר הקמת מדינת ישראל כיחידה במשרד החקלאות. עיקר עיסוקו היה באכיפת פקודת היערות, בניהול שמורות היער המוכרות ובנטיעת יערות בשטחי שמורות היער. פעילות הייעור הממשלתי התרכזה בעיקר בצפון הארץ ורוב הנטיעות התבססו על עצי איקליפטוס (קרן, 1970). במסגרת הייעור המשקי, הייעור הממשלתי קידם גם נטיעת עצי צפצפה בהשקיה כמטעים מסחריים לייצור עץ. חשוב לציין, שאגף הייעור הממשלתי היה הגוף הראשון במדינת ישראל שניהל (במסגרת שמורות יער) את השטחים שבמהלך השנים יועדו לשמורות טבע ולגנים לאומיים לפי תוכניות בניין ערים מאושרות³ ונתן הגנה לשטחים אלה, שרובם אכן הוכרו לימים כשמורות טבע או כגנים לאומיים במרכז הארץ ובצפונה.

בשנת 1960 בוטל אגף הייעור הממשלתי. השטחים שבניהולו, חלק מן האנשים ששירתו בו ומרבית ציודו ונכסיו עברו למחלקת הייעור של קק"ל. המיזוג היה מהלך מקדים להסכם שנחתם בין קק"ל לממשלת ישראל יותר משנה מאוחר יותר (האמנה). בתהליך הפסקת פעילותו של אגף הייעור הממשלתי, שנמשך כשנה וחצי, נתגלו משברים שהביאו למעורבות ציבורית ותקשורתית גדולה. ההחלטות על הפסקת פעולתו של הייעור הממשלתי ועל ניתוק המחקר היערי מהייעור נבעו בעיקר ממאבקי כוח אישיים וארגוניים. להחלטות אלה סייע מצבו הירוד של הייעור הממשלתי, שנבע מחוסר משאבים ומאי-סדירות בפעילות, מתפקודו החלקי ומהיעדרויותיו של מנהל ד"ר עמיהוד גור, ומצד שני, מהאפשרות לגייס כספי תרומות למפעל הייעור רק דרך קק"ל.

עם המיזוג נפתרו בעיות כלכליות וניהוליות שהקשו על תפקוד אגף הייעור הממשלתי, אך בה בעת גם נקבעו מספר עובדות בעייתיות בניהול הייעור בישראל. כיוון שלא ניתנה כמעט התייחסות לבעיות שנוצרו, הן מלוות את ניהול הייעור עד היום הזה. הבעיות הן בתחומים החוקיים, המקצועיים, הקרקעיים והארגוניים. ניתן למנות בהן את: כפיפות הייעור לגוף האחראי לפיתוח בשטחים פתוחים, העדפת אנשי ביצוע ופיתוח על אנשי מקצוע, הפרדת המחקר היערי מהייעור, קיבוען בחוק הארכאי לניהול היערות, הזנחת ניהול שמורות היער, בעייתיות במינוי של איש קק"ל לפקיד יערות והעדד ביקורת המדינה על הייעור למרות היותו גוף המנהל מקרקעי מדינה.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): אגף הייעור הממשלתי; מחלקת הייעור של קק"ל; אמנה בין מדינת ישראל לקק"ל; שמורות יער; פקודת היערות; עמיהוד גור; יוסף נֶץ; שרון נֶץ.

מבוא

חלפו יותר מ-44 שנים מאז חדל אגף הייעור הממשלתי להתקיים במדינת ישראל. בפעולה ארגונית שנמשכה כשנה וחצי מוזג אגף הייעור הממשלתי במחלקת הייעור של קק"ל ונטמע בה. בהווה ששררה במדינת ישראל בעת ההיא, שהיתה שונה לחלוטין מזו הקיימת כיום, היווה ביטול אגף הייעור הממשלתי נושא רב חשיבות ברמה הלאומית, זכה להד תקשורתי נרחב בעיתונות הכתובה והעסיק רבות את ראשי המדינה ודירקטוריון קק"ל.

¹מבוסס על אבני 2003, פרק ב'.

²כבדי לקדם את פעולות הייעור, הופרדה בשנת 1936 היחידה לייעור ממחלקת החקלאות והפכה למחלקה ממשלתית עצמאית, שהיתה שוות ערך למשרד ממשלתי.

³השלטון הבריטי ייעד, אפוא, שטחים נרחבים לשמורות יער במסגרת תוכניות מתאר גליליות (ברוצקוס, 1986), (אשר הפכו ברובן לשמורות טבע), בנוסף לשטחים אחרים שהוכרו להגנת פקיד היערות בתוקף פקודת מנדטוריות למניעת סחף וסחף חול. כך נכתב בהוראות תוכנית R6 לאזור לוד שאושרה בשנת 1941. שטחים של שמורות יער שניטעו על-ידי ממשלת המנדט ביערות נטע-אדם יועדו ליער ממשלתי. דוגמאות לכך ביערות המופיעים בתסריט תכנית המתאר הגלילית ממערב לירושלים בתוכנית RJS משנת 1942. ייעודו בתוכניות הגליליות יערות הקק"ל ופיק"א, בהיותם נטועים על קרקע פרטית, יועדו בתוכניות הגליליות לקרקע חקלאית. לדוגמה, יער בן-שמן בתסריט של R6, התכנית הגלילית לאזור לוד, שאושרה בשנת 1941.

לאחר קום המדינה המשיכו לטעת בארץ יערות חד-מיניים, דווקא של אורן ירושלים. למרות התמותה של היער הצעיר במשמר העמק בשנת 1944, תמותה המונית של עצי אורן ירושלים בשנות השבעים ביער שער-הגיא וקרסה גוברת והולכת של עומדי אורן ירושלים רבים מיערות הארץ, נמשכו הנטיעות החד מיניות במין זה כמעט עד לשלהי שנות השבעים (ליפשיץ וביגר 1993). רק בשנים האחרונות, בעקבות המחקרים שנערכו להשוואת עמידותם של שני מיני האורן בפני כנימת המצוקוקוס, שונתה מדיניות הייעור, התמעטו הנטיעות של אורן ירושלים ובמקומן הוחל בנטיעת יער מעורב, שבהן את אורן ירושלים החליף אורן ברוטיה (טבלה 2).

מסקנות

הממצאים מלמדים שאורן ברוטיה נעדר מנוף הצומח הטבעי של ישראל במהלך העת העתיקה ועד לתחילת הנטיעות העכשוויות. היעדר אורן ברוטיה, המתאים למטרות בניה, משרידים ארכיאולוגיים מראה שתפוצתו היתה מצומצמת גם בארצות הקרובות, כי משם הובאו מיני עצים אחרים. ממצא זה תואם את היעדרו גם ממרבית השכבות הארכיאולוגיות בשאר ארצות מזרח אגן הים התיכון.

במשך מרבית התקופות השתמשו הבונים בעיקר בעצים מקומיים עבור בניה יומיומית עם קורות קטנות יחסית, ואילו ייבוא עצים היה רק למטרות בניה מיוחדות. עובדה זו עולה מהשימוש שנעשה בעצי ארז הלבנון (וכמוהו באורן ירושלים, בערער אדום ובברוש מצוי) בבניית מבנים מונומנטליים (ארמונות) או מבני פולחן (מקדשים) (ליפשיץ 1987; Liphshitz & Biger 1991).

לעומת תקופת העבר הרחוק, השימוש בעץ מיובא בולט במבנים שניבנו בארץ ישראל במאות ה-19 וה-20, כאשר הארץ היתה חשופה ונעדרת עצים מתאימים למבנים גדולים. העץ הובא מאזורים שכנים (לבנון, סוריה וטורקיה) ומאוחר יותר – מצרפת, ארה"ב ושאר חלקי עולם. בתקופה זו בלט השימוש הרב שנעשה באורן ברוטיה במבנים שניבנו בארץ עד סוף המאה ה-19. מאוחר יותר העץ המזרח ים-תיכוני הוחלף במיני עצים שהובאו מאירופה. תפוצתו הרחבה באותה עת של אורן ברוטיה בצפון מזרח הים התיכון – מרכזה של האימפריה העות'מאנית השלטת – יכול להסביר את השימוש הרב בעץ זה, שימוש שנעדר לחלוטין בפרופיל הארכיאולוגי של ארץ ישראל בתקופות קודמות.

בנטיעות של אורן ברוטיה ואורן ירושלים בני אותו גיל, בתנאים זהים, טען יוסף ויץ כי "בלט אורן ברוטיה בקומתו הזקופה כבר בשנים הראשונות, בניגוד לאורן ירושלים שגזעו היה כפוף ועקום" (ויץ 1970). למרות שהשתילים נקלטו היטב, לא הרחיבה קק"ל את נטיעתו בשנות העשרים, וזאת כנראה בעיקר בשל קצב צמיחתו האיטית. יוסף ויץ טען כי "בסכמי את הסעיף הזה, בחירת מיני העצים, עלי לציין בערך, שלפי שעה מוגבלת מאד הרשימה של מיני העצים העומדים לרשות הייעור. בעצי המחט - אורן ירושלים בעיקר, ואורן ברוטיה כבן לוואי" (ויץ 1970). בשנות השלושים של המאה העשרים חזרו אנשי קק"ל לערוך נסיונות בנטיעת אורן ברוטיה. זרעים שהגיעו מקפריסין הונבטו במשק הפועלות בירושלים ומשם הופצו לנטיעות ביערות (הארכיון הציוני 1). בשנת 1938 טיפלו אנשי קק"ל ב-6 ק"ג זרעים שהגיעו מקפריסין ונשלחו לקיבוצים אילון, חניתה, משמר העמק ועין השופט בצפון הארץ (הארכיון הציוני 2). 4,000 שתילי אורן ברוטיה ממוצא יווני וקפריסאי, שטופחו במשתלת ראש פינה, נשלחו בנובמבר 1947 לנטיעות בהרי ירושלים, באזור נוה-אילן וברבדים שבגוש עציון, וכמו כן למנרה ולמשגב-עם שבגליל העליון (הארכיון הציוני 3). גם יערני מחלקת היערות הבריטית בארץ-ישראל, שעסקו רבות בנסיונות איקלום של עצי יער בארץ-ישראל, ניסו לטעת אורן ברוטיה בארץ. בקיץ 1936 נשלחה בקשה אל מחלקת היערות של ממשלת יוון לקבל כמות קטנה של זרעי אורן ברוטיה לנסווי נטיעה (גנזך המדינה 1). בינואר 1937 נתקבלו 600 גרם זרעים שנאספו באי היווני תאסוס שבים האגאי. בעקבות הצלחת הניסוי בהנבטה ובשתילה נשלחו מיוון 2 ק"ג נוספים של זרעי אורן ברוטיה. בהמשך שלחו היוונים עוד כ-10 ק"ג של זרעים, שהונבטו במשתלות הממשלתיות בכל הארץ (גנזך המדינה 2). מלחמת העולם השנייה והמתיחות ביוון לאחר המלחמה הביאו את הממשל הבריטי בארץ לחפש מקורות נוספים לזרעי אורן ברוטיה (גנזך המדינה, שם). בתחילת נובמבר 1947 נשלחו מקפריסין כ-250 ק"ג של זרעי אורן ברוטיה, שהופצו במשתלות ברחבי הארץ.

טבלה 2: השתנות יחסי הנטיעות של אורן ירושלים ואורן ברוטיה במהלך השנים (מספרי שתילים בשנים מייצגות). הנתונים נתקבלו ממדור המידע היערני באגף היער

Table 2: Changes in the ratio of *Pinus Brutia* and *P. halepensis* seedlings planted in Israeli forests in the last decades (certain years)

שנה	אורן ירושלים	אורן ברוטיה	סה"כ 2	% אורן ירושלים	% אורן ברוטיה
1957	2,185,992	681,545	2,867,537	76.2	23.8
1967	2,162,382	960,908	3,123,290	69.2	30.8
1977	595,715	506,818	1,102,533	54.0	46.0
1987	320,055	498,335	818,390	39.1	60.9
1997	48,130	779,547	827,677	5.8	94.2

טבלה 1: חלקי עץ שמקורו מזרח ים תיכוני, שנמצאו במבנים מהמאה ה-19 בישראל
Table 1: Tree fragments of Mediterranean origin, found in 19th century buildings in Israel

צורת היישוב	אורן ברוטיה		ארז הלבנון		אורן שחור		אשוח קיליקי		סה"כ
	סל"מ	%	סל"מ	%	סל"מ	%	סל"מ	%	
ערים	295	38.5	429	52.5	89	10.8	10	1.2	823
חצות חקלאיות	16	36.3	26	59.1	1	2.3	1	2.3	44
ישובים מסודתיים	41	48.8	40	47.6	3	3.6			84
ישובים מודרניים	28	66.7	6	14.3	8	19.0			42
סה"כ	380	38.2	501	50.4	101	10.1	11	1.3	993

נספח: טבלת המינים הנזכרים במאמר

<i>Abies cilicica</i>	אשוח קיליקי
<i>Cedrus libani</i>	ארז הלבנון
<i>Cupressus sempervirens</i>	ברוש מצוי
<i>Juniperus phoenicea</i>	ערער אדום
<i>Pinus brutia</i>	אורן ברזיה
<i>Pinus halepensis</i>	אורן ירושלים
<i>Pinus nigra</i>	אורן שחור

מקורות

- הארכיון הציוני (1): תיק KKL5/8784
- הארכיון הציוני (2): תיק KKL/ 5/10526
- הארכיון הציוני (3): תיק KKL5/17228/9
- גנז המדינה (1): חטיבה 7, תיק F/14/F12
- גנז המדינה (2): חטיבה 7, תיק F/14/F13
- ויץ, י', 1970. יער וייעור בישראל. מסדה, רמת גן.
- ליפשיץ, נ', 1987. הארז ושימושו בימי קדם. א' שילר (עורך), ספר וילנאי כרך ב'. הוצאת אריאל, ירושלים, 294-291.
- ליפשיץ, נ', 1994. הצומח בעבר הירדן. אריאל 105-106, 115-113.
- ליפשיץ, נ', 1999. בדיקות מיקרוסקופיות של שרידי עץ מחפירות ארכיאולוגיות. מתוך: ארזי ט' ושוורץ מ' (עורכות): יסודות המיקרוטכניקה הבוטנית, 110-107. אוניברסיטת תל-אביב, כרך ב', 110-107.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג', 1989. חלקי עץ בבנייה בארץ ישראל במאה ה-19 וראשית המאה ה-20. דוח מס' 1 מוגש לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מרס 1989.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג', 1990. חלקי עץ בבנייה בארץ ישראל במאה ה-19 וראשית המאה ה-20. דוח מס' 2 מוגש לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מרס 1990.
- ליפשיץ, נ' וביגר ג' 1991. הבדלים אנטומיים בעצה של אורן ירושלים ואורן ברזיה. השדה 71: 470-468.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג' 1993. עלייתו ונפילתו של אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי בארץ ישראל. 24 עמ', הוצאת קרן קימת לישראל.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג' 2000. נלבישך שלמת ירק - הייעור בארץ ישראל: מאה שנים ראשונות 1850-1950, 265 עמ'. הוצאת קרן קימת לישראל ואריאל.
- ליפשיץ, נ' ומנדל, צ' 1987. הצמיחה לרוחב באורן ירושלים ובאורן ברזיה. השדה 68: 559-561.
- נווה, ז', 1981. אקולוגיה של אדם ונוף. הוצאת גסטליט, חיפה.
- פאהן, א', 1976. זיהוי שרידי עץ מפוחמים מחפירות ארכיאולוגיות בירושלים. עלון למורי הביולוגיה, ירושלים, האוניברסיטה העברית, 51: 22-16.
- Baruch, U., 1986. The late Holocene vegetational history of Lake Kinneret (Sea of Galilee) Israel. *Paleorient* 12:37-48.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1991a. Regional dendrohistory and timber analysis: the use of wood in the buildings of 19th century Jaffa. *Mediterranean Historical Review* 6:86-109.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1991b. Historical geography and botany: timber in the 19th century Old City of Jerusalem. *P.E.Q.* 123:4-18.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1992. The rural dwelling house in 19th century Palestine – a dendrohistorical view. *Area* 24:45-55.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1995. Foreign tree species as construction timber in 19th century Palestine. *Journal Historical Geography* 21:262-277.
- Bottema, S. & van Zeist, W. 1981. Palynological evidence for the climatic history of the Near East, 50,000-6,000 BP. *Colloques Internationaux du CNRS No. 598 – Prehistoire du Levant Maison de l'Orient, Lyon, 10-14 Juin, 1980, Paris. Edition du CNRS 1981.*
- Buchholz, H.G., 1988. Archäologische Holzfunde aus Tamassos, Zypern. *Acta Prehistorica et Archaeologica* 20:75-157.
- Critchfield, W.B. & Little, E.L. 1966. *Geographic Distribution of Pines of the World*. USDA Forest Service Misc. Pub. 991. Washington DC
- Czeczott, H., 1954. The past and present distribution of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *International Congress of Botany VIII Paris, Sect. 2-6:196-197.*
- Davis, P.H., 1965. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. I. Edinburgh University Press.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Frankis, M.P., 1993. Morphology and affinities of *Pinus brutia*. In: Tashkin O. (ed.), *Papers International Symposium Pinus brutia*, pp.11-18. Marmaris/Ankara:11-18.
- Feinbrun, N., 1959. Spontaneous Pineta in Lebanon. *Bulletin Research Council Israel* 7D:132-153.
- Greig, J.R.A. & Turner, J. 1974. Some pollen diagrams from Greece and their archaeological significance. *Journal of Archaeological Science* 1:177-194.

חקלאות בת-קיימא במכלול שמירת ערכם של שטחים פתוחים בישראל

חיים צבן, נעה פלר, לירון אמדור – צנובר יועצים, גבעתיים, zenovar@zenovar.com

יורם אבנימלך, אופירה אילון – מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה

כ-20% משטחי החקלאות בארץ יביאו למימוש כספי של הערכים החיצוניים, בסכום של 52 מיליון דולר. העבודה מציגה שורה של כלים ארגוניים, שיביאו ליישום התשלום לחקלאי הלכה למעשה. יישום ממשתי של ערכים אלו יסייע בחיזוק חקלאות בת-קיימא בישראל, לדורי דורות.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): אומדן כלכלי של ערכי החקלאות, תמרוץ החקלאות, יער משקי.

זיו ותואר קומה

חידוש פני אדמה

טיעת עצי נשמה

יקבים וקמה

לתבל המסוימה

(מתוך תפילה הושע-נא),

ונוסף משלנו:

חקלאות בת קיימא

תקציר

מבוא

תפקידיה הכלכליים והיצרניים של חקלאות ישראל הולכים וקטנים בתקופה האחרונה: מספר המועסקים בחקלאות מצטמצם מידי שנה; במרכז הארץ, "הפיתוי הנדל"ני" של הסבת שטחים חקלאיים לבינוי ולפיתוח הוא גבוה; המגבלות בכמויות המים העומדות (ושיעמדו) לרשות החקלאות הולכות ומתהדקות. המציאות שבה נתונה החקלאות במדינת ישראל ניכרת בהיבט הפרטי – בפרנסתם של החקלאים; בהיבט הציבורי – בקביעת רפורמות ומדיניות למשק המים; ובהיבט הסביבתי – בנוף הארץ: פרדסים עקורים, שדות שאינם מעובדים, חממות נטושות וכדומה.

לחקלאות בישראל היו, מאז ומעולם, ערכים ותרומות שמעבר לתוצרת החקלאית עצמה. ערכים "חיצוניים", כגון טיפוח רגש לאומי המבוסס על הקשר של אדם לאדמתו, עמדו בבסיס העשייה החקלאית. תרומתה של החקלאות לציבור הרחב הורכבה תמיד מהעגבניה, התפוז, הנוף והערכים החברתיים והתרבותיים הנוספים.

בעידן הנוכחי, כאשר תשומותיה של החקלאות – הקרקע והמים – הופכות ליקרות יותר ויותר, וקיומם של החקלאות והחקלאים נעשה קשה עולה המוטיבציה להוכיח ולכמת את ערכה הרחב, זה שמעבר לתוצרת החקלאית עצמה. כי אמנם "מוצרי מזון וסיבים ניתן לייבא מכל מקום בכל זמן, אבל את הקשר שבין אדם לאדמה ואדם למקומו אי אפשר לייבא, ואם זה חסר האדם, אולי יבחר לגור במקום אחר" (ספרים, 1999).

התרומות החיצוניות של החקלאות הן השפעות החיוביות שהחקלאות מספקת לסביבתה, מעבר לייצור מזון וסיבים. ההנחה היא, שלכל תרומה – אקולוגית, חברתית, תרבותית – יש ערך

החקלאות תופסת מקום קטן והולך כענף כלכלי במשק הישראלי. תמונת העתיד של החקלאות בישראל נדרשת להתערבות וטיפול, בכדי שהחקלאות תוכל להישאר ענף חי ובר-קיימא.

הצורך בשמירת החקלאות נובע מתרומותיה הציבוריות (תרומות חיצוניות בלשון הכלכלנים), מעבר לתפקידה ביצירת מזון וסיבים: **תרומות נופיות** ביצירת שטחים ירוקים נרחבים; **תרומות חברתיות**: ערכים שבין אדם ואדמתו ושמירה על קרקע לאומית ובטחון; **תרומות אקולוגיות**: הגברת לחול מי הגשמים לאקוויפר, קליטת CO₂, קליטת פסולת וקולחין וכדומה. נושאים אלו יפורטו בגוף העבודה.

מאידך, לחקלאות השפעות שליליות על הסביבה: זיהום מים וקרקע כתוצאה מדישון עודף, ריסוס, השקיה בקולחין; הגברת סחף קרקע.

יש לנסח מערכת ארגונית שתאפשר לעודד את ערכיה החיוביים של החקלאות, תוך צמצום השפעותיה השליליות. משרדי ממשלה, וכן ארגונים ציבוריים וירוקים, שעסקו עד כה בעיקר בשמירת שטחים טבעיים, ידרשו לתרום לצורך שמירת החקלאות בעתיד.

בארצות שונות בעולם המערבי נהוגה מערכת של תמיכות, הקשורות לתועלות החיצוניות של החקלאות. לצורך אימוץ אסטרטגיה זו בישראל, יש לאמוד את הערך הכספי של התרומות החיצוניות של החקלאות. **הערכנו כי סך הערכים החיצוניים של חקלאות ישראל מסתכם בכ-260 מיליון \$ בשנה, והערך החיצוני הממוצע לדונם הינו 573 \$ בשנה.** הגידולים אשר להם תרומות חיצוניות גבוהות הם מטעים ירוקי-עד בהשקיה, גידולי שדה בהשקיה (עיקר התרומה נובעת מיכולתם לקלוט קולחין בדרגת טיהור נמוכה), ויער משקי. הערך החיצוני של החקלאות מהווה כ-8.4% מערך הייצור שלה. ניתן להניח כי בשלב זה,

טבלה 1: התרומות והעלויות החיצוניות של החקלאות

תרומות חיצוניות של החקלאות	עלויות חיצוניות של החקלאות
נוף וחזות	
דמותה החזותית של הארץ	
תרומות חברתיות	
שמירה על ערכי מורשת	
ביטחון ושמירת קרקע	
תרומות אקולוגיות	עלויות אקולוגיות
מגוון מינים ובתי גידול	פגיעה בחי בריוס ובהרס בתי גידול
חלחול מי גשמים	זיהום מי תהום בעודפי דישון
שיפור איכות האוויר	סחף קרקע
קליטת פסולת עירונית	יצירת פסולת
חסכון בעלות טיפול בקולחין (כמי השקיה)	המלחת קרקשת עקב השקיה בקולחין

החקלאי של שטחים אלו והנוכחות בשטח מונעת תפיסת קרקעות והשתלטות של גורמים לא רצויים על שטחי המדינה. גם בתוככי המדינה עשויה החקלאות למנוע השתלטות בלתי חוקית על קרקעות, תוך פגיעה אפשרית בסדר הציבורי ובנוף. **תרומות אקולוגיות** – החקלאות מאפשרת שמירה על איכות הסביבה וחסכון במשאבי טבע. שטח חרוש מאפשר חלחול רב יותר של מי גשמים ביחס לשטח בור; הצומח שבשטחים החקלאיים קולט פחמן דו-חמצני המאזן את מרכיבי האוויר בסביבה; השטחים החקלאיים מהווים פתרון לחלק ניכר של הפסולת הנוזלית והמוצקה המיוצרת במגזר העירוני; החקלאות שומרת על אזורים פתוחים שבהם מתאפשרים התפתחות ושימור של אוכלוסיות בעלי חיים, לדוגמה – שטחי בריכות דגים כמקור מזון לציפורים, או פריחה כמקור צוף.

אין להתעלם מכך שלחקלאות יש גם **"עלויות חיצוניות"** – פגיעה סביבתית שנגרמת כתוצאה מהפעילות החקלאית: פגיעה באיכות המים והקרקע כתוצאה מדישון עודף והשקיה בקולחין, ריסוס עודף, יצירת סחף קרקע כתוצאה מעיבוד לקוי, ויצירת פסולת, גזם ואריוזות מיותרות. יש להתחשב בעלויות אלו כאשר קובעים את היקף העידוד לו יזכה החקלאי עבור התרומה החיצונית של החקלאות.

התשלום עבור תרומות חיצוניות של החקלאות בארצות המערב

מדינות רבות בעולם, בעיקר בארצות המערב, מתמודדות עם בעיית נטישת השדה החקלאי לטובת פרנסות חלופיות ועם הידרדרות הנוף החקלאי. באירופה ובארצות הברית פעילות עמותות וקרנות רבות, לצד גופים ממשלתיים, ברכישת קרקע לשם שימורם כקרקע חקלאית ובעידוד התיירות החקלאית, והעיבוד החקלאי המסורתי.

בארצות שונות בעולם נהוגות תמיכות לחקלאי לצורך שמירת

כלכלית לשמירת שטחים חקלאיים פעילים.

ערכה הרחב של החקלאות הוא סביבתי, תיירותי ומורשתי; הוא נושא ערך של בטחון ושמירת קרקע וערך של שמירת טבע (לדוגמה בבריכות הדגים המשמשות כמקום חנייה ומקור מזון לציפורים נודדות, או חורשות יער משקי המשמשות מחסה לבעלי חיים). כיום מייצרים החקלאים ערכים אלו כפועל יוצא של עבודתם החקלאית, אך לא מקבלים על כך תמורה.

התרומה האובייקטיבית של ערכים אלו קשה לכימות. במדינות רבות בעולם המערבי מקבל החקלאי תמורה עבור התרומות החיצוניות (Weersink 2001; Hackl & Pruckner 1997), אם-כי בדרך כלל הדבר לא מבוסס על ערכים מדידים. חישוב נכון של התרומות החיצוניות חשוב לקביעת ערכי התמיכה בחקלאות. חשוב להצמיד את התשלום לחקלאי בגין תרומה כזו אל הביצוע, לדוגמה – תשלום בגין שמירת ערכים אקולוגיים יתן רק לחקלאים המעבדים את הקרקע באופן המשמר ערכי אקולוגיה. אם לא כן, עלולה להתווסף למשק סובסידיה נוספת, שאינה מהווה כלי להכוונה לפעילות סביבתית נכונה.

מטרת המאמר היא להציג כימות של הערכים החיצוניים של החקלאות ודרך ארגונית שתיישם את הערכים הללו בפועל, כחלק מהכנסת החקלאי.

התרומות והעלויות החיצוניות של החקלאות

שטחים חקלאיים הם "מקרה פרטי" של שטחים פתוחים: חלק ניכר מהתרומות החיצוניות של החקלאות הן למעשה תרומות חיצוניות של שטחים פתוחים. עם זאת, יש תרומות חיצוניות ייחודיות לשטחים חקלאיים. יש להדגיש כי אם באזורים שופעי מים בעולם החלופה לשטחים חקלאיים הינה יער ואחו ירוקים, הרי שברוב אזורי הארץ החלופה לחקלאות היא בתה ושממה. ניתן לחלק את סוגי התרומות החיצוניות של החקלאות לשלוש קטגוריות:

תרומות נופיות-חזותיות – שמירה על מרכיבי הנוף האופייניים לארץ ויצירת מגוון והדגשת הייחוד של אזורי הארץ השונים. הנופים החקלאיים הם ייחודיים למדינה, מקשרים את תושבי המדינה לנופיה, ויוצרים "תחושת בית ומולדת". השטחים החקלאיים הם גורם דינמי ומשתנה, העומד בניגוד לסביבה הבנויה הסטטית: מופעים של חילופי העונות, הגידולים המשתנים, השלכת, הפריחה, החריש והקציר, תוך הדגשת הפעילות הביולוגית של גידול ופריחה.

תרומות חברתיות – הפעילויות השונות בשטח חקלאי מספקות מידע, מלמדות על תהליכים ותופעות ומחזקות את הקשר בין האדם לאדמה. אין מורה טוב ללימוד ולהמחשה של מחזוריות הטבע ועונות השנה כביקור וצפייה בנוף חקלאי.

ערך חברתי חשוב של החקלאות הינו **בטחון ושמירה על קרקעות לאום** – חלק ניכר מאוכלוסיית המגזר הכפרי במדינת ישראל ממוקמת באזורי הפריפריה בסמיכות לגבולות. העיבוד

ניתן להגיע לאומדן של ערכם הנופי של שטחי חקלאות. המתודולוגיה לכימות הערכים החיצוניים של החקלאות תבסס על אבחנה בין שני צירים:

אבחנה בין סוגי גידולים – מתוך הנחה שלכל סוג גידולים תרומות חיצוניות אחרות, הוגדרו הקטגוריות הבאות: מטעים ירוקי-עד בהשקיה; מטעי עצים נשירים; זיתים; גידולים בשטח סגור (חממות); ירקות בשטח פתוח; גידולי שדה בהשקיה; גידולי שדה בבעל; פרחים וצמחי נוי; יער; מרעה טבעי; משקי בעלי חיים (רפתות, לולים, דירים); בריכות דגים. אבחנה בין סוגי תרומות חיצוניות – בהנחה שלכל תרומה חיצונית, חיובית או שלילית, יש ערך כספי נפרד משלה.

התרומות החיצוניות של החקלאות

תרומות נופיות - רוזנטל (2002), המתבסס על פליישר (1997), מעריך כי שוויה של התרומה הנופית של דונם אחד של שטח חקלאי הינו \$302 בשנה. רוזנטל מעריך כי רק ל-40% מהשטחים החקלאיים בישראל ערכיות נופית. לפיכך ניתן להניח כי הערך הנופי הממוצע של שטחי החקלאות בישראל הוא \$120 בשנה. מטעמי זהירות נחשב את הערך הנופי של שטח חקלאי במחצית סכום זה, כלומר \$60 לדונם בשנה.

תרומות חברתיות

ערכי מורשת – ערכים אלו קשים לכימות כספי. אנו נניח כי תרומה זו נכללת בתרומה הנופית. **שמירת קרקע וביטחון** – תרומה זו תוערך על פי האלטרנטיבה של העסקת שומר בתשלום לצורך שמירה על השטח. 2 שומרים רכובים (שעלותם הכוללת \$40,000 בשנה) יכולים לשמור על כ-4,000 דונם. מכאן שנדרשים כ-\$10 בשנה לצורך שמירה על דונם אחד. סכום זה ישמש לאומדן ערך שמירת הקרקע והביטחון של החקלאות.

תרומות אקולוגיות

שמירת מגוון מינים ובתי גידול – ערך זה מתבטא, למשל, בבריכות דגים היוצרות מקורות מזון לציפורים, בשטחי מרעה השומרים על אזורים פתוחים נרחבים ועוד. ערך זה קשה לכימות כספי. אנו נניח כי אף הוא כלול בערכים הנופיים של החקלאות.

לחלול מי גשמים – ההשוואה תיערך בין שדה חקלאי מעובד כהלכה, לבין שדה בור. נניח כמות גשם ממוצעת של 400 מ"מ. כ-14 קוב לדונם יחלחלו בשדה מעובד היטב, ולא ייפכו לנגר עילי. נאמוד את ערכם על פי ערכה של החיטה שהם יוכלו לייצר. קוב מים יוצר ק"ג חיטה, שמחירו הוא \$0.15. ערכם של 14 קוב מים הוא \$2.1. זוהי התרומה של דונם שדה חקלאי לחלול מי גשמים.

שיפור איכות האוויר – במסגרת האמנה אשר גובשה בקיוטו בשנת 1997, מדינות העולם נדרשות לייצב את כמות "גזי

ערכים חיצוניים של החקלאות, כסובסידיה ממשלתית או על ידי עמותות תיירות (פליישר וחוב', 1997). שתי דוגמאות בולטות הן:

The Market-relief and Landscape Compensation Program in Baden-Wuttemberg, Germany (MLCP). זוהי תוכנית שהחלה בשנת 1992 בגרמניה ונתנה סובסידיות לחקלאים המיישמים שיטות ייצור אקסטנסיביות ושימור של הנוף החקלאי ושל המגוון הביולוגי. חקלאים יכלו להחליט אם ובאיזו מידה הם משתתפים בתוכנית במשך 5 שנים. התשלום המירבי להקטר עמד על 293 יורו (Hackl & Pruckner, 1997).

באוסטריה, בעלי עסקי תיירות מקומיים משלמים לחקלאים, על-מנת לאפשר להם להמשיך לקיים את המשק. ללא המשקים הקטנים ישתנו האופי והנוף המיוחדים של האזור והוא יהפוך להרבה פחות אטרקטיבי מבחינה תיירותית; מאידך, ללא תשלום זה אין הצדקה כלכלית לקיום פעילויות חקלאיות בהיקף מצומצם (Hackl & Pruckner, 1997).

אומדן כלכלי של הערכים החיצוניים של חקלאות ישראל

לצורך יישום תמיכה לחקלאי ומימושה כחלק מהכנסותיו דרושה הערכה כמותית של התרומות החיצוניות של החקלאות. התרומות החיצוניות של החקלאות יכולות להיות בעלות ערך הניתן למדידה פשוטה יחסית, למשל קליטת פסולת אורגנית ובוצה (חומר יבש הנותר כפסולת לאחר טיהור המים במכונני טיהור שפכים). לעומת זאת, לחקלאות יש גם תרומות שאינן מאפשרות מדידה ישירה, למשל תרומות חזותיות, תרומות למורשת או לשימור מגוון מינים. תרומות אלו יש למדוד בדרכים עקיפות.

מחקרים רבים נערכו בעולם ובארץ כדי לאמוד את ערכם החיצוני של שטחים פתוחים ושטחים חקלאיים. עבודתם של פליישר, צור וסידי (1997), למשל, בחנה את תרומתם של השטחים החקלאיים כמשאב תיירותי. על בסיס עבודות אלו

טבלה 2: דוגמא – חישוב הערך החיצוני של מטע ירוק-עד בהשקיה (הערכים ב-\$ לדונם בשנה)

א. תרומות חיצוניות

מחיר חזותי הצפייה לדונם	קליטת פסולת	קליטת פסולת	איכות אוויר		החלול מי גשמים			נדיבים טיפים	
			מדידה לדונם	מדידה בדונם	מדידה בדונם	מדידה בדונם	מדידה בדונם	מדידה בדונם	
158.7	18	63.7	5.5	1.0	5.5	1.5	0.7	2.1	10
									60
									1.0
									60

ב. עלויות חיצוניות

מחיר חזותי הצפייה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה חזותית			מדידה חזותית		
				מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם	מדידה לדונם
19.8				0.8	0.3	2.1	9.6	1.0	9.6
									9.6
									1.0
									9.6

העלויות החיצוניות של החקלאות

דישון עודף והשקיה בקולחין – עיקר ההשפעה השלילית של דישון עודף והשקיה בקולחין היא זיהום מי התהום על ידי חנקן ניטרטי. פישמן (2002) אמד את עלות הרחקת ק"ג אחד של חנקן ניטרטי מקוב אחד של מים ב-2.4\$. אבנימלך ורווה (1976) העריכו את תוספת החנקן הניטרטי הדולפת מדונם שדה חקלאי בכ-4 ק"ג ביחס לשדה בור. ניתן לאמוד את הנזק הסביבתי של החקלאות ביצירת זיהום מים בחנקן ניטרטי ב- $2.4 \times 4 = 9.6$ \$ לדונם בשנה.

ריסוס עודף – לא נמצאו מחקרים המכמתים את ההשפעות הסביבתיות של ריסוס עודף בחקלאות. ראוי לציין כי נזקי של הריסוס העודף אינם ידועים במלואם, ומתבטאים ביצירת סכנה לבריאות הציבור, וגם בפגיעה בחקלאות עצמה, למשל על ידי פגיעה בחרקים מאביקים. נושא זה נדרש למחקר המשך. נניח כי נזקי הריסוס העודף דומים לאלו של דישון עודף והשקיה בקולחין, היינו כ-9.6\$ לדונם בשנה, בכל סוגי הגידולים הנמצאים במשטר ריסוס.

סחף קרקע – לא נמצאו מחקרים המכמתים זאת. ניתן להניח כי סחף קרקע מהווה כעין "תמונת ראי" של תרומתה של החקלאות לחלחול מים. כאשר הקרקע מעובדת כראוי לא נוצר סחף קרקע ויותר מים מחלחלים אל מי התהום. תרומת החקלאות לחלחול מי גשמים נאמדה ב-2.1\$ לדונם בשנה. באין אומדן טוב יותר, נניח כי זוהי העלות של יצירת סחף קרקע על ידי חקלאות בעיבוד לקוי.

עבור כל אחת מהתרומות או העלויות הגדרנו את ערכה המרבי, ולכל סוג גידול הגדרנו מקדם אשר מכמת את מידת תרומתו הייחודית לערך זה. למשל, לגבי ערך התרומה הנופית: מטעים ירוקי-עד, היוצרים נוף ירוק במשך כל השנה, קיבלו מקדם גידול גבוה יותר מאשר גידולים עונתיים, היוצרים נוף ירוק בעונות מסוימות בלבד. לגבי התרומה בקליטת קולחין: גידולים המתאימים להשקיה בקולחין (למשל כותנה) קיבלו מקדם גידול גבוה לעומת גידולי בעל, שקיבלו מקדם גידול אפס בנושא זה.

יש להדגיש שמדובר באומדנים לפי מיטב שיפוטנו, הן באשר לערך עצמו, והן למקדם לסוג הגידול.

מכפלת הערך המרבי במקדם לסוג הגידול מהווה את תרומתו היחסית של אותו סוג גידול. כימות הערך הכספי של כל אחת מהתרומות הוא ביחידות של ערך כספי לדונם בשנה.

בטבלה 2 ניתן לראות דוגמא לחישוב של הערך החיצוני של מטע ירוקי-עד בהשקיה, תוך פירוט של התרומות השונות. סך הערך החיצוני של ירוקי-עד בהשקיה הוא $158.7 - 19.8 = 138.9$

סך הערך החיצוני של חקלאות ישראל מתקבל מתוך חישוב

ערך לסוג גידול	=	מקדם לסוג הגידול	x	הערך המרבי
----------------	---	------------------	---	------------

החממה" (הכוללים, בין השאר, פחמן דו חמצני, מתאן ועוד). על מנת להגיע למטרה זו, פותח "שוק" של מסחר במזהמים גלובליים. המחיר המקובל לטון CO₂ הינו \$5 - \$10 ובעבודה זו חישבנו לפי \$7.5. כמות הפחמן הנקלטת בשדה חיטה היא 0.2 טון לדונם בשנה, אשר מקבילה ל-0.733 טון CO₂ שמחירו \$5.50. זוהי התרומה של דונם אחד שדה חקלאי לשיפור איכות האוויר.

קליטת פסולת – הטמנת הפסולת באתר פסולת מוסדר היא כיום כ-15 דולר לטון, כשברור שהעלות עוד תגדל עקב הטלת מס הטמנה והכללת העלויות החיצוניות בעלות ההטמנה. כמות הפסולת העירונית המופקת בישראל היא כ-5 מיליון טון בשנה, מתוכה, פסולת אורגנית זמינה לייצור קומפוסט היא כ-2 מיליון טון, העשויים לייצר כמיליון טון קומפוסט. החסכון הפוטנציאלי בהטמנה של פסולת זו הוא לפחות $2 \times 15 = 30$ מיליון דולר. עלות הכנת הקומפוסט, הובלתו ופיזורו מסתכמים ב-15 מיליון דולר, ועל כן זהו החסכון למשק הישראלי משימוש בפסולת עירונית בחקלאות.

בוצות – על פי צדיקוב (2003), עלות הטמנת בוצה באתר סילוק מוסדר היא \$33-\$45 לטון. עלות סילוק הבוצה לחקלאות (כולל טיפול עד לרמה תקינה) היא \$11-\$17 לטון. כמות הבוצה המיוצרת בישראל בשנה (כולל השפד"ן) היא כ-700,000 טון בשנה, השווים לכ-140,000 טון חומר יבש, שמהם ניתן להפיק כ-200,000 טון קומפוסט. החסכון הפוטנציאלי הממוצע של עלות הטמנת הבוצה הוא $0.7 \times 40 = 28$ מיליון דולר. עלות הכנת הקומפוסט מהבוצה, הובלתו ופיזורו בשדה החקלאי היא כ-9 מיליון דולר. מכאן, שהחסכון למשק הישראלי משימוש בבוצה בחקלאות הוא כ-19 מיליון דולר בשנה. סך החסכון למשק הישראלי משימוש בפסולת עירונית ובבוצה בחקלאות הוא 34 מיליון דולר בשנה.

יש לחלק סך זה לפי שטחם היחסי של הגידולים השונים בחקלאות ישראל. התועלת המרבית בשימוש בקומפוסט היא בגידולי שלחין, ששטחם כ-1.9 מיליון דונם (ב-2001). נמצא, כי התועלת משימוש בפסולת עירונית ובבוצה בחקלאות ישראל הינה \$18 לדונם (בגידולים הרלוונטיים בלבד).

קליטת קולחין – הפרש העלות בין טיהור לרמה הנדרשת היום (רמה שניונית) להשקיית שטח חקלאי, ובין טיהור גבוה יותר (רמה שלישונית) המתאים להזרמת הקולחין לנחלים, הוא \$0.15 לקוב. כמות הקולחין המופקת בישראל מידי שנה היא כ-400,000 מיליון מ"ק. מכאן שהחיסכון השנתי למשק הלאומי משימוש בקולחין בחקלאות הוא 400 מיליון מ"ק x \$0.15 = 60 מיליון דולר. השקיה בקולחין מוגבלת לחלק מהגידולים החקלאיים בלבד – לפירות המקולפים לפני השימוש ולמוצרים שאינם משמשים להזנת האוכלוסיה (למשל כותנה או מספוא). גודל השטח של גידולים אלה הוא 941 אלף דונם. נמצא כי התועלת משימוש בקולחין בחקלאות ישראל היא \$63.7 לדונם (בגידולים אלה בלבד).

מכל תמיכה בחקלאות הם הגליל המערבי המורחב ואזור המרכז - מישור החוף. באזורים אלו מצויים ריכוזי האוכלוסיה הגדולים של מדינת ישראל (מטרופולין גוש דן ומטרופולין חיפה), והשטח הפתוח לנפש והשטח החקלאי לנפש נמוכים ביותר, עובדה התורמת לשאיפה לשמור על שנותר. השטחים הפתוחים העיקריים באזורים אלו הם שטחים חקלאיים, ועליהם מוטל לספק את כל התפקידים של שטחים פתוחים עבור האוכלוסייה הרבה המתגוררת בהם.

הצעה למערכת ארגונית ליישום התמריץ לחקלאי

פרק זה יעסוק בזיהוי כלים מעשיים לתרגום הערכים החיצוניים של השטחים החקלאיים לערכים כספיים, ובהצעת דרך להעברת תשלומים אלו לחקלאי בפועל. **אין כוונתם של הכלים שיוצגו להלן להתמודד עם מגמות של הסבת שטחים חקלאיים לבינוי ועם "הפיתוי הנדל"ני".** עצירת מגמות אלו חייבת להיעשות באמצעות חוקים ותכניות מתאר. הכלים שיוצגו אמורים לתמרץ את העיבוד החקלאי של קרקע שהוגדרה ככזו בתכניות מתאר, ולהבטיח כי הקרקע לא תינטש ותופקר, אלא תוסיף להיות שטח חקלאי מטופח.

בשנים האחרונות נערכו בישראל מספר מחקרים למציאת דרכים לתמרץ העיבוד החקלאי. המרכזיות ביניהן נערכו על ידי מכון דש"א – דמותה של ארץ (בהשתתפות פרופ' עזרא סדן, פרופ' שטרן ולרמן אדריכלים); גדי רוזנטל; וצוות התכנון לתכנית מתאר מחוזית חלקית סובב בקעת הנדיב (מוטי קפלן, יעקב גדיש, רן חקלאי, חיים צבן, לירון אמדור). הכלים יוצגו על פי סדר ישימותם:

תיירות חקלאית – נופים חקלאיים רבים מהווים שטחים איכותיים המושכים תיירות, במיוחד בעונות הפריחה והבשלת הפרי. מקצת מהנופים הללו קשורים במוצרי מזון איכותיים כגון יין, גבינות או פירות. פיתוח תיירות הנשענת על ערכי הנוף החקלאי, ולצידה עסקים המשלבים עיבוד מזון ותיירות (בתי בד, יקבים וכדומה) הוא אמצעי לשמירת הנוף החקלאי, בצוותא עם הרחבת הבסיס הכלכלי של האזור. ניתן ליצור הסכמים בין התיירנים והחקלאים כך שהאחרונים ייהנו ממקצת מרווחי התיירות. יש צורך לקדם את התיירות החקלאית בדומה לקידום ענפי ייצור חקלאיים אחרים.

תמרוץ כנהוג לגבי עידוד גידול חיטה באזורי פריפריה – בשנים האחרונות מקובל נוהג של תשלום לחקלאים עבור שמירת קרקע מעובדת, בגידול חיטה. קיימת אפשרות ליישום השיטה לגידולים נוספים ולאזורים נוספים בישראל, בהתבסס על מטרות של שמירת קרקע לאום, והעיבוד החקלאי.

תמרוץ כספי לעידוד עיבוד קרקע חקלאית – במסגרת תקציבו של משרד ממשלתי (עדיפות למשרד החקלאות). כל בעל קרקע ראויה לעיבוד ימסור מידי שנה הצהרה על השימושים שנעשו בקרקע, ועל פיה ייקבע גובה התמרוץ הכספי. יתרונותיה של דרך זו הינם בכך שהוא מהווה "גור" ולא "מקל" - מענק

סך התרומות של הגידולים השונים, פחות סך העלויות שלהם. כפי שמוצג בטבלה 3, הערך המצרפי של חקלאות ישראל מסתכם ב-260 מיליון דולר בשנה. הערך החיצוני הממוצע לדונם הינו \$73 בשנה. כלומר הערך החיצוני של החקלאות מהווה כ-8.4% מערך הייצור שלה (כ-3.1 מיליארד דולר בשנת 2001).

סוגי הגידולים אשר להם התרומה החיצונית הגבוהה ביותר הם ירוקי-עד בהשקיה, גידולי שדה בהשקיה ויער משקי.

שונות חקלאית אזורית

התרומות החיצוניות של החקלאות משתנות מאזור לאזור, ובכל מקום בולטת ומודגשת תרומה אחרת, בהתאם לתהליכים כלכליים, דמוגרפיים, תשתיות וצרכים ייחודיים. מבחינה ערכית, אין דומה שדה עגבניות במרכז הארץ לאותו שדה לאורך גבול הערבה.

ננסה להצביע על האזורים בישראל שבהם ערכה החיצוני של החקלאות הוא מרבי. באזורים אלו נציע, שלמרות שיתכן כי הייצור החקלאי עצמו אינו רווחי דיו, יש להציע מערכת תמיכות בחקלאות על מנת לשמר על הערכים החיצוניים של החקלאות. מיון בין אזורי הארץ השונים נדרש, שכן לא ניתן יהיה לתמוך בכל שטחי החקלאות בישראל, ויש ליצור סדרי עדיפויות אזוריים.

בעבודה נבדקו הקריטריונים הבאים, לצורך השוואה בין אזורי הארץ השונים: השטח לנפש; השטח החקלאי לנפש; ערכי נוף; ערכים היסטוריים; ערכי מורשת ותרבות; ערך לשמירת קרקע ובטחון; המרכיב של החקלאות בכלכלת האזור. לאור הקריטריונים הללו נמצא, כי האזורים שבהם נדרשת יותר

טבלה 3: סך הכימות של התרומות והעלויות החיצוניות של החקלאות (דולר בשנה)

סוג הגידול	שטח (האלי)	סוגי ערך	סוגי ערך	סוגי ערך	סוגי ערך
	דונם	לדונם	לדונם	לדונם	לדונם
השטחים					
ירוקי-עד בהשקיה	303.0	159.7	19.8	138.9	42,086,700
משידיים	345.0	87.9	20.7	67.2	23,184,000
יזמים	194.3	71.0	4.1	66.9	13,012,050
גידולי שדה					
גידולים בשטח סגור (סוסמות)	35.1	43.3	19.2	24.1	845,910
ירקות בשטח פתוח	515.0	88.8	21.3	67.5	24,462,300
גידולי שדה בהשקיה	638.2	132.5	16.5	116.0	74,051,200
גידולי שדה בעל	1,448.6	57.4	4.2	53.2	77,065,520
פירותים וצמחי נוף	52.2	80.8	20.7	60.1	3,137,220
יער	-	71.5	2.2	69.3	-
בעלי חיים					
שטחי מרעה טבעי	-	55.9	1.7	54.2	-
שטחי בעלי חיים	-	22.0	-	22.0	-
בריכות דגים	32.0	70.0	9.6	60.4	1,932,800
ממוצע על כל סוגי הגידולים		89	12.2	72.8	
סך"כ ארצי	3563.6				259,757,900

שלושתן עומד מנגנון גביה הן מאזורים עירוניים והן מאזורים חקלאיים, ולפיכך יוכלו להתמודד עם מימוש הערכים הניתנים לציבור העירוני על ידי הציבור החקלאי.

יש לזהות את השטחים החקלאיים הראויים יותר מכל לתמרוץ עבור טיפוח ערכיהם החיצוניים על הבסיס המוצע בעבודתנו זו, מכיוון שהמשאבים הציבוריים מוגבלים, ויש להשקיע במקום הנדרש להם יותר מכל.

בכדי להיות זכאי לתמרוץ המוצע כאן, החקלאי יהיה חייב להוכיח שהמשק אכן מספק ערכים חיצוניים גבוהים, וכי הוא מתעתד להוסיף ולספק אותם בעתיד. מוצע כי החקלאי יבצע זאת באמצעות שני מסמכים:

תסקיר תרומה לסביבה – בתסקיר יראה החקלאי כי המשק הוא בעל ערכים בתחום הנוף, החברה והסביבה. התסקיר יפרט את סוגי הגידולים, השתלבות המשק בנוף, תרומתו לערכי מורשת, קרבתו לאתרים היסטוריים וארכיאולוגיים, תרומת המשק לנושאי איכות סביבה (שימוש בקומפוסט, צמצום בדישון).

תכנית ממשק – החקלאי יתאר את האופנים שבהם הוא מתעתד לנהל את המשק שלו, באופן התומך בערכי סביבה. לדוגמה: התחייבות לקיים מגוון גידולים, הימנעות מהקמת חממות או פרוק חממות שאינן בשימוש, שימוש במים מושבים ובפסולת אורגנית וכיוצא בזה.

לצורך ייעול התהליך, מוצע כי החקלאי ישתמש בטפסים מוכנים מראש לצורך הכנת תסקיר התרומה לסביבה ותכנית הממשק. ניתן להניח, כי בשלב הראשון רק כ-20% משטחי החקלאות בארץ יביאו למימוש כספי של הערכים החיצוניים, בסכום של כ-52 מיליון דולר.

פסיפס שטחי חקלאות בבקעת בית נקופה



עבור העיבוד הנאות, וסיוע כלכלי לחקלאים השומרים על משטר עיבודים נאות. מאידך, זהו כלי תקציבי הדורש אישור מחדש מידי שנה, ואינו מהווה משענת בטוחה עבור החקלאים.

הקלות מיסוי לפעולות המעשירות ערכי נוף בשטחים חקלאיים, לדוגמה: נטיעת עצי נוי לאורך דרכים, גדרות חיות פורחות וכיוצא באלה. יעדים אלו יוספו לרשימה של "מטרות ציבוריות" המוכרות על ידי שר האוצר לפי סעיף 9/2 לפקודת מס הכנסה, וישמשו למתן הקלות מיסוי.

הכללת נושא שימור הנוף החקלאי במסגרת הרפורמה במשק המים – הרפורמה במשק המים מציעה שינוי באופי סבסוד החקלאות מסבסוד מחירי המים לסבסוד העיבוד של הקרקע. חלוקת התמיכה תהיה על בסיס שטח הקרקע המעובדת, על פי מפתח של סוגי עיבוד ומיני גידולים. ניתן להציע כי חקלאי שיעבד את אדמתו תוך שמירה על נושאים נופיים ואקולוגיים יקבל תמיכה גבוהה. על-אף שהרפורמה נתקלת כיום בקשיים, ניתן לבחון שימושי של כלי זה לצורך תמיכה בחקלאות.

שמירה על שטחים חקלאיים במסגרת פעילותן של רשויות ציבוריות – קניית השטח החקלאי מהחקלאים על ידי גוף ציבורי, שיפעל להחכרה של השטח בחזרה לידי החקלאים, תוך דרישה לעיבודו באופי מסוים. דרך זו מיושמת בפועל במדינות שונות. בארה"ב שרות הפארקים הלאומיים The National Park Service מנהל שטחים חקלאיים נרחבים המוגדרים כגנים לאומיים. בישראל ניתן להפעיל דרך זו בשטחים חקלאיים הכלולים בגנים לאומיים או שמורות טבע. ניתן להציע שק"ל תכנס לפעילות באופי זה בעתיד.

האפשרויות לעידוד הפעילות החקלאית, כפי שהוצגו מעלה, הן רבות. נדרשת הקמתה של מערכת ארגונית שתרכז אפשרויות אלו, ותביא לידי מימושן בפועל, כחלק מבסיס ההכנסה של החקלאי.

בנושא זה ניתן ללמוד מהדגם של "מנהלה לשיקום נחלי ישראל", שהוקמה באמצע שנות ה-90, בראשות המשרד לאיכות הסביבה וקרן קימת לישראל, העוסקת בריכוז גורמים ומקורות מימון לשיקום הנחלים בישראל. באופן דומה, ניתן לחשוב על הקמתה של "מנהלה לטיפוח ערכי החקלאות של ישראל", שתאגד את נציגיהם של גופים שונים שלהם נגיעה לנושא (משרד החקלאות, המשרד לאיכות הסביבה, משרד התיירות, קק"ל, מכוני מחקר, קרנות פרטיות, עמותות ציבוריות ועוד), ותעסוק בקביעת מדיניות כוללת לשמירת הנוף החקלאי בישראל, באכיפת חוקים לשמירת נופי חקלאות, בריכוז מקורות מימון ובקביעת מדיניות ליישום התשלום לחקלאים.

נדגיש כי מערכת ארגונית זו יכולה וצריכה לקום מתוך העוסקים בנושאים אלה במשרד החקלאות, הקרן הקימת לישראל, המשרד לאיכות הסביבה והמועצות האזוריות, ללא צורך בהקמת גוף ביורוקרטי נוסף. ניתן להציע כי נושא זה יטופל במסגרת רשויות הניקוז. יתרון של רשויות הניקוז הוא בכך,

סיכום

התמרוץ של החקלאות נדרש להיות דיפרנציאלי, ולהתייחס לערכים אזוריים ומקומיים. מוצעת שורה של כלים ליישום התשלום לחקלאי. מקצת מהכלים – למשל תיירות חקלאית – ניתנים ליישום, ואף מיושמים, כבר בתקופה הנוכחית. כלים אחרים – למשל תמרוץ כספי לצורך עיבוד אשר משמר ערכי נוף וסביבה – מחייבים פעולה ציבורית ושכנוע מקבלי החלטות בנחיצותם וביישומם.

מקומה של חקלאות ישראל במסגרת המשק הלאומי מצטמצם, ומנגד עולה חשיבותה בקיום "ערכים חיצוניים", אשר מהווים מניע להשקעת משאבים בשמירתה ובעידודה. קיימת שונות בחשיבותה של החקלאות בין אזורי הארץ השונים, וכמו כן יש תרומות חיצוניות שונות לסוגי גידולים שונים.

מקורות

הדס א', 2001. תחזית השימוש במים בחקלאות לפי איכויות ולפי אזורים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר. סביבות-תכנון, סדן, לובנטל, לרמן אדריכלים, 2002. "תיקי כלי בתחום הכלכלי", מדיניות וכלים לשמירה על שטחים פתוחים, מכון דש"א – דמותה של ארץ. ספרים י', ברזקי, א', שלהבת ש' וחרובי נ', 1999. חקלאות אחרת. פישמן, י', 2002. השפעות חיצוניות דינמיות ובין סקטוראליות של דשן חנקני, חיבור על מחקר לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת התואר מגיסטר למדעים בכלכלה, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל. פליישר ע', צור י' וסידי ע', 1997. אומדן הערך הכלכלי של אזורים חקלאיים כמשאב תיירותי. המרכז ללימודי פיתוח, רחובות. פליישר ע', צור י' ובר-אוריון ט', 1999. "הערך הכלכלי של שטחים פתוחים בישראל", קרקע (47). צבן ח' ופלר נ', 2001. "יחסי גומלין בין חקלאות לסביבה", סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל - מסמך עמדה 2, מוסד שמואל נאמן, הטכניון. צדיקוב, א', 2003. ביוט וטיפול בשפכים – תגובה למאמרו של עמיר יצחקי, מים והשקיה, 439: 12-13. קפלן מ', 2003. תכנית מתאר מחוזית חלקית סובב בקעת הנדיב, מינהל התכנון, משרד הפנים. קפלן מ', ליסובסקי נ' ואמדור ל', 2002. נופים חקלאיים – איכויות וערכים של הנוף החקלאי בישראל, יד הנדיב, נקודת ח"ן (http://www.nekudat-hen.org.il/site/research/resSingel.asp?doc_id=76) רוזנטל ג', 2002. הרפורמה במחירי המים ומנגנון התמיכה בחקלאות: ניתוח השפעות סביבתיות וגיבוש הצעה להכללת הנושא של שימור הנוף החקלאי במסגרת הרפורמה. יד הנדיב, נקודת ח"ן (לא פורסם).

- Alanen, A.R. & Melnick, R.Z 2000. Preserving Cultural Landscapes in America, the Johns Hopkins University Press.
- Avnimelech Y. & Raveh, J., 1976. Nitrate Leakage from Soils Differing in Texture and Nitrogen Load, *Journal of Environmental Quality*, 5(1) 79-82.
- Drake L., 1992. The non-market value of the Swedish agricultural landscape. *European review of agricultural economics* 19, 351-364.
- Fleischer, A. & Tsur, Y., 2000. Measuring the recreational value of agricultural landscape. *European review of agricultural economics* vol. 27 (3): 385-398.
- Hackl F. & Pruckner, G., 1997. Towards more efficient compensation programmes for tourists' benefits from agriculture in Europe. *Environmental and Resource Economics* 10: 189-205.
- Pruckner G.J., 1995. Agricultural landscape cultivation in Austria: An application of the CVM. *European review of agricultural Economics* 22: 173-190.
- Pretty J.N., Brett C., Gee D., Hine R.E., Mason C.F., Mori. I.L., Raven H., Rayment M.D. & van der Bijl G., 2000. An Assessment of the Total External Costs of UK Agriculture, *Agricultural Systems* 65(2): 113-136.
- Weersink, A., 2001. Policy Options to Account for the Environmental Costs and Benefits of Agriculture, symposium paper, London.

התפרצות של טוואית האלון *Lymantria disparina* var. *disparina* ביערות האלון בכרמל ובגליל וניסויים ראשוניים בהדברתה

ציון מדר – המדור להגנת היער, אגף הייעור, קרן קימת לישראל, קרית-חיים zionm@kkl.org.il

נפתלי גדליהו – פארק הכרמל, רשות הטבע והגנים

צבי מנדל – המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית-דגן

תקציר

באביב 2001 התרחשה בכרמל ובמקומות אחרים בצפון הארץ התפרצות של טוואית האלון, על-פני שטח של למעלה מ-10,000 דונם. עצי אלון מצוי היו הנפגעים העיקריים, אך גם עצי חורש אחרים ניזוקו, בעיקר קטלב, עוזרר ומעט אלון תבור, אלת המסטיק ואלה ארץ-ישראלית. המזיק מקים דור אחד בשנה: ההטלה היא בין ראשית מאי עד לסוף יולי, בעיקר מתחת לאבנים. הביצים בתרדמה עד לראשית האביב של השנה הבאה והזחלים בוקעים בראשית מרס. התפתחותם נמשכת עד לראשית מאי, ולאחר-מכן, למשך כשבועיים, ניתן לראות זחלים מתגלמים. תעופת העשים הבוגרים חלה בין מאי ועד לשליש האחרון של חודש יוני. מלכידת העשים במלכודות פרומון נראה, כי אוכלוסייה רדומה של טוואית האלון מתקיימת בחורש הטבעי בישראל, בעיקר בצפון הארץ, גם בשטחים שלא נפגעו כלל בהתפרצות המדווחת. התפרצויות המזיק נדירות וספק אם יש לנקוט נגדן אמצעים כלשהם בחורש. בניסוי מבוקר להדברת המזיק נמצא, שהוא רגיש לתכשירי Bt (בקטוספין, דלפין) ולמשבשי גידול חרקים (מנח"ם, כגון דימילין). מובאות המלצות להדברת המזיק בשטחים עירוניים וחניוניים.

מבוא

טוואית האלון *Lymantria dispar* var. *disparina* Mull. נמנית על משפחת הטוואיתיים (Lymantriidae). הטוואית מקימה דור אחד בשנה והתפשטות האוכלוסייה נעשית לא על-ידי הנקבות, שכושר תעופתן מוגבל ביותר, אלא בעיקר באמצעות הרוח המפיצה את הזחלים לאחר בקיעתם. ניתן לזהות את הזחל בנקל על-פי זוגות הבליטות או היבלות הכחולות קדמת הראש, ומאחוריהן בליטות אדומות בהמשך הבטן. הזחלים פעילים בלילה ומסתתרים ביום; בבוגרי מין זה בולטת מאוד הדו-צורתיות המינית: הזכרים בצבע חום והנקבות בצבע קרם (קוגלר 1989; אייזנשטיין 1983; Knight & Heikkenen 1980).

המין *Lymantria dispar* L. (המכונה גם העש הצועני, Gypsy moth) מצוי בכל האיזור הפלארקטי ובצפון אמריקה (אייזנשטיין 1983). האוכלוסייה הקיימת בישראל מורכבת מפרטים קטנים יחסית, והיא נחשבת כתת-המין *L. dispar* var. *disparina*. העש הוא מזיק רב-פונדקאי אשר תוקף בעולם למעלה מ-500 מיני צמחים ונחשב כאחד המזיקים המסוכנים ביותר ליערות, בעיקר לרחבי-עלים. המינים הרגישים ביותר הם עצי תפוח ואלון (אבידוב 1951; Pedigo 1999; Knight & Heikkenen 1980). בארה"ב נגרמים נזקים כלכליים בהיקף של מיליוני דולרים לשנה בעקבות התפרצויות המזיק, אשר מתבטאים לא רק בתמותה ישירה של חלק מהעצים, אלא גם בעיכוב התפתחותם של העצים, בירידה באיכותם ובהגברת רגישותם למחלות ולמזיקים משניים. אוכלוסיות גדולות של הזחלים מהוות מטרד לנופשים ביער ולתושבים בשטחים עירוניים בשל זיהום סביבת הבתים בזחלים ובהפרשותיהם, ובשל תגובות אלרגיות. הופעה המונית של זחלים גורמת לפגיעה בבת-גידול של בעלי-חיים שונים (Baker 1972; Corliss 1952). העש הצועני באירופה ובארה"ב נחקר ביסודיות זה שנים רבות ופרומון המין שלו זוהה זה מכבר. בתצפיות שערכנו ב-1944 נמצא שזכרי האוכלוסייה הישראלית נמשכים היטב לפרומון המין הסינטי המיוצר בארה"ב. באביב 2001 נצפתה התפרצות של טוואית האלון בכרמל ובמקומות נוספים בצפון הארץ. הפגיעה בעצים התבטאה בכרסום מלא של עלוות עצי אלון מצוי, אלות וקטלב בהיקף של אלפי דונמים רבים והתקרחותם של עצי החורש מעלוותם נראתה עד למרחוק. תפוצת הפגיעה נרשמה בין מצפה הילה בצפון ועד ליקיר שבשומרון בדרום. בכרמל בלבד נפגעו למעלה מ-10,000 דונם עצי אלון מצוי ואחרים, המהווים כשמינית משטחו של החורש הטבעי. מטרת המאמר היא לסכם את המידע אודות תפוצת המזיק בארץ: היקף השטחים הפגועים והפונדקאים הרגישים. מחזור חייו, למרות שהיה ידוע, נבדק שוב בכדי לבסס את שיקולי ההדברה, ונערכו ניסויים ראשוניים לבחינת תכשירים להדברתו.

תוצאות

תפוצה והיקף שטחי חורש פגועים על-ידי טוואית האלון

שטחי החורש הטבעי, בעיקר אלון מצוי, שנפגעו על-ידי המזיק באביב 2001, מצויים בעיקר בצפון ישראל ומשתרעים על-פני חלקות יער גדולות החל במצפה הילה, מנות, עין-יעקב, פקיעין, תמרת, כמון, הכרמל וזכרון-יעקב. מדרום לשם נמצא רק מוקד נגיעות אחד, ביקיר שבשומרון. נגיעות משמעותית נצפתה בשטחי חורש טבעיים הן בגליל המערבי (באזור כברי) והן בגליל התחתון (באזור כפר החורש). פגיעה קשה נגרמה על-ידי הטוואית בחורש הטבעי של אלון מצוי בכרמל. מנתוני הנגיעות של עצי אלון ומינים אחרים בטוואית האלון בשטחי חורש טבעי בין השנים 1950 ל-2003 (טבלה 1) עולה, כי התפרצויות הטוואית בעבר היו בעיקרן מצומצמות וכיסו עשרות דונמים בהר כמון (מדר 1998) בכרמל (גור 1950) ובהרי יהודה (איזנשטיין 1983; מנדל 1994).

מיני הצמחים שנפגעו על-ידי טוואית האלון

הפונדקאים המועדפים על המזיק הם: אלון מצוי, קטלב, עוזרר; פחות נפגעו אלון תבור ומיני האלה. מיני צמחים אחרים שנפגעו אף הם: כליל החורש (י' גלון, בע"פ); אורן ירושלים (מנדל 1994); פלפלון בכות, תפוח, אגס (אבידוב 1951); איזנשטיין (1983). לא נרשמה פגיעה בעצי זית, ער אציל, חרוב וליבנה רפואי ובמטפסים.

מחזור החיים של טוואית האלון בכרמל

תצפיות על מחזור החיים של המזיק נערכו בחורש אלון מצוי סמוך לקיבוץ יגור בכרמל בשנים 2001-2002. תוצאות התצפיות דומות לאלו של איזנשטיין (1983) וקוגלר (1989). ההטלה מתרחשת בין ראשית מאי עד סוף יולי. הביצים מוטלות בצברים ומכוסות בשכבה של קשקשים צהבהבים עדינים המופרשים מקצה הבטן. ההטלה נעשית בעיקר מתחת לאבנים או בנקיקי סלעים. במקרה יחיד נמצאו ביצים על גזע וענף. בתחילת מרס מתחיל הבלבוב באלון מצוי ובו בזמן בוקעים הזחלים הראשוניים, כהים ושעירים באורך מילימטרים אחדים. זה שלב ההפצה על-ידי הרוח. הבקיעה נמשכת עד סוף מרס והתפתחות הזחלים נמשכת עד לראשית חודש מאי, בעת שרוב האוכלוסיה מצויה בשלהי דרגת הזחל החמישי, כשהזחלים באורך של 4-5 ס"מ. בדרגות הזחל האחרונות ההזנה היא בשעות הערב, ובמשך היום הזחלים מסתתרים בעיקר מתחת לאבנים או עצמים אחרים. ההתגלמות מתרחשת בעיקר מתחת לאבנים והגלמים שוהים שם כשבועיים. גיחת העשים הבוגרים נמשכת מחודש מאי ועד לקראת השליש האחרון של חודש יוני. מעניין לציין, שלמרות הצפיפות העצומה של התטלות בחורש אלון מצוי בכרמל בראשית קיץ 2001 (2-3 תטולות בממוצע לכל אבן שנהפכה), באביב 2002, לקראת סיום הדור הבא, נספרו זחלים מעטים בלבד תחת הרבה מאד אבנים, ולא נצפה כל נזק לעצים.

טבלה 1: התפרצויות טוואית האלון והיקפי החורש הטבעי שנפגעו (דונמים) בשנים 1950-2003

Table 1: Outbreaks of gypsy moth (*Lymantria dispar* var. *disparina* Mull.) in Israel (1950-2003).

שנה	שטח פגוע (דונמים)	אתרים	מקור המידע
1950	*	כרמל	גור 1950
1994	60	נס-הרים	מנדל 1994
1998	30	כמון	מדר 1998
2000	400	כרמל**, פקיעין, עין-יעקב	מדר 2000
2001	כ-11,000	כרמל**, הר חורשן, מצפה הילה, כמון, עין-יעקב, תמרת, יקר	מדר 2001
2002	300	כרמל	מדר 2002

* - אין דיווח לגבי ממדי השטח שנפגע; ** - האתר בו נרשם עיקר הנזק

לכידת עשים של טוואית האלון במלכודות פרומון

הפעלת מלכודות פרומון של הטוואית היתה לצורך בחינת מתאם אפשרי בין רמת הלכידה באביב 2002 לגודל אוכלוסיית המזיק כפי שהתבטאה בעוצמת הנזק באביב 2001. השתמשנו במלכודות דלתא שבבסיסן נמרח דבק תמידי ובמרכזן נתלתה נדיפית ספוגה בפרומון המין הסינתטי של נקבת העש (תוצרת ChemTica Internacional, Costa Rica). בכל יער הוצבו שתי מלכודות, שהמרחק ביניהן היה 50-100 מ'. המלכודות נתלו באמצע מאי 2002 ותכולתן נבדקה עד אמצע יולי. עשים (זכרים) נלכדו גם באתרים בהם לא היתה כלל פגיעה. נמצא, כצפוי, שבחלקות חורש טבעי בהן לא נצפתה פגיעה על-ידי המזיק באביב הקודם, מספר העשים שנלכדו היה נמוך (0.4) עשים בממוצע למלכודת) בהשוואה לאתרים שבהם נצפתה פגיעה על-ידי המזיק (4.8 עשים למלכודת) (טבלה 2). נראה

טבלה 2: לכידת זכרי טוואית האלון במלכודות פרומון בשנת 2002 בשטחי חורש טבעי פגועים ושאנים פגועים על-ידי המזיק.*

Table 2. Trapping of the local gypsy moth (*Lymantria dispar* var. *disparina* Mull.) using sex pheromone traps in the attacked and non-attacked maquisareas (2002)

שטחים שנפגעו בשנת 2001		שטחים שלא נפגעו בשנת 2001	
אתר	ממוצע עשים למלכודת (2002)	אתר	ממוצע עשים למלכודת (2002)
מצפה הילה	7	יפתח (הרי נפתלי)	1
הר כמון	4.5	צומת חירם	0
תמרת	5	יודפת (גוש שגב)	3
זכרון-יעקב (גן תשבי)	4.5	נס הרים	0
כרמל (חניון המחצבות)	5	הר הטיסים	0
דליית אל-כרמל (ח'רבת כרך)	4.5	רמת-רזיאל	1
דרך טף הכרמל	5.5		

*פרט לכרמל, בכל המקומות המדווחים לא נצפתה אוכלוסיית הטוואית בשנת 2002

יש לציין, שדיווחים אלו מתייחסים לאזורים שאליהם פלשה הטוואית במהלך 150 השנים האחרונות, ולא בבתי-הגידול הטבעיים של המזיק, כמו בישראל. מחקרים שנעשו באירופה מצביעים על-כך שחלק מאוכלוסיות העש הצועני מתפרצות באופן מחזורי בכל 8-11 שנים (Montgomery & Wallner 1988).

הגורם הראשי המכתיב את ההתפרצות הוא השינויים באיכות העלווה: עלווה צעירה עשירה בחנקן (חומצות אמיניות) ועניה בתוצרים משניים כמו פוליפנולים וטאנינים מאפשרת בנייה של אוכלוסיות גדולות של המזיק, ואילו עלווה עניה בתרכובות חנקן ועשירה בתוצרים משניים מונעת את ההתפרצות (Mattson & Haac 1987). התפתחות של עלווה עשירה בחנקן היא אירוע נדיר והיא קשורה להיסטוריה ולתנאי בית-הגידול של כל גוש יער בפני עצמו. לכן, בדומה ליערות אלון באזורים אחרים באירופה ובאסיה, התפרצויות הטוואית הן מחזוריות ומתרחשות לעיתים רחוקות. הסיבות להתפרצות הגדולה באביב 2001 לא התבררו דיין; יתכן שהיובש הממושך בארץ (1998-2000) הוא הסיבה לכך שאיכות העלווה במשך כמה שנים רצופות מנעה התפתחות אוכלוסיות גדולות. תגובתם האופיינית של העצים לאכילת העלים הנמרצת היא עליה בעמידות, ובכלל זה להגברה בייצור טאנינים, אשר מורידים את יכולת ניצול המזון ואחראים במידה רבה לפחיתה בצפיפות אוכלוסיית המזיק (Schultz & Baldwin 1982). לאויבים הטבעיים של הזחלים במערכות אלו חשיבות קטנה יחסית, ופעילותם ניכרת בהחשה של דעיכת האוכלוסיה. יש לשער, שתמותת ביצים רבה שראינו בחורף 2001-2002 גרמה אף היא לצמצום האוכלוסיה בדור של אביב 2002, יתכן בשל פעילות חזקה של מיקרואורגניזמים (פטטריות, וירוסים, חיידקים). חשוב לציין, שביער הטבעי התפרצות הטוואית אינה בהכרח בחזקת פגיעה. נהפוך הוא, בעקבות ההתפרצות זוכה היער למנת דישון שמשפרת את בית-הגידול. בהתפרצות טוואית האלון בכרמל הדבר ניכר בשכבה עבה של גללים תחת העצים

שאוכלוסיית הטוואית נמצאת בחורש הטבעי היס-תיכוני בהרי יהודה ובגליל ברמה נמוכה וקבועה.

ניסויים לבחינת אמצעים להדברת טוואית האלון

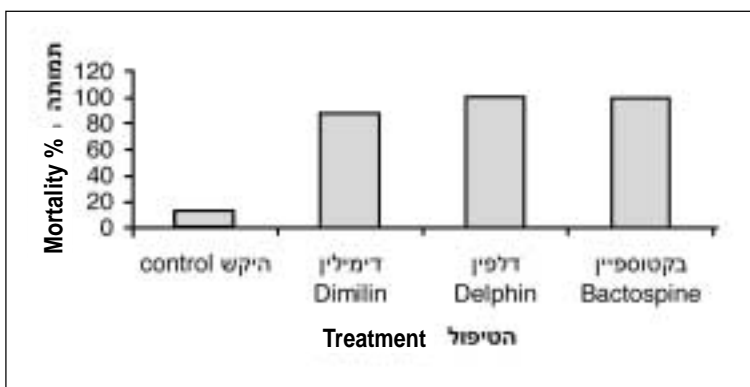
בעקבות הנזק הקשה שנגרם על-ידי טוואית האלון לחורש האלון במקומות שונים, והפגיעה האפשרית בעצי אלון בפארקים ובחניונים, החלטנו לבדוק (לראשונה בארץ) את היעילות של תכשירי הדברה אחרים, למקרה שתידרש התערבות באמצעות הדברה כימית. לבחינה ראשונית של תכשירים בחרנו באלה הידועים ביעילותם כנגד העש הצועני באירופה ובצפון אמריקה: דימילין - חומר מונע התנשלות (בריכוז של 0.06%), ושני תכשירים של טוקסין החיידק בצילוס תורניגיניזיס (Bt) - בקטוספיין (0.2%) ודלפין (0.1%). לתכשירים יש רישוי להדברה של תהלוכת האורן, תכשירי Bt מורשים לשימוש גם בחקלאות אורגנית. הניסוי בוצע ב-19.5.02. שתילי אלון התבור בני שנתיים ממשלת צומת גולני רוסו בתכשירים במרסס דיני עד לנגירה. מהשתילים המרוססים נגזמו באקראי ענפונים במשקל 20-21 גרם והושמו במיכלי פלסטיק שקופים (20x10x80 ס"מ), לכל מיכל פלסטיק (טיפול) הוכנסו שמונה זחלים בדרגות זחל 4-5; לאחר מכן נאטמו התבניות בשקיות פלסטיק מחוררות, שאיפשרו אוורור וגם שמרו על טריות הענפים עד תום הניסוי. מיכלי הפלסטיק הוחזקו בטמפרטורת החדר וכעבור עשרה ימים נבדקה תמותת הזחלים בהשוואה לזחלים שניזונו על ענפונים ללא ריסוס. בסה"כ נערכו ארבעה טיפולים. מהתוצאות המובאות באיור 1 ניתן לראות, שתכשירי הבצילוס גרמו לקטילה מלאה של הזחלים. שיעור תמותת הזחלים על-ידי דימילין היה נמוך יותר (87.5%). לא היו הבדלים משמעותיים בצריכת העלווה בין הטיפולים (צריכת העלווה הוערכה על-ידי חישוב השינוי במשקלי הענפונים שהוגשו לאכילה על-ידי הזחלים בתחילת הניסוי ובסיומו).

דיון

ההתפרצות הגדולה של המזיק התרחשה באביב 2001, אך נזקים ראשוניים בעצי אלון מצוי ובמיני חורש אחרים בכרמל ובמקומות אחרים (פקיעין, עין-יעקב) נצפו כבר שנה לפני-כן, באביב 2000, בהיקפים של מאות דונמים (מדר, לא פורסם), ואוכלוסיות אלה היוו את הבסיס להתפרצות הגדולה של המזיק באביב 2001.

במעקב אחר העצים שנפגעו ביער, נראה שעצי אלון מצוי ומינים אחרים, שאיבדו את רוב עלוותם בשל פעילות הטוואית, התאוששו ולבלבו מחדש בשנה שלאחר מכן גם לאחר התקפה חוזרת, כפי שאירע בנחל רקפת שבכרמל. למרות ההתאוששות המרשימה, ישנם דיווחים רבים בספרות מחו"ל על תמותה ישירה ועקיפה (מחלות, מזיקים) של עצי אלון ומינים אחרים, בעיקר לאחר היחלשותם בעקבות פגיעות חוזרות ונשנות על-ידי המזיק (Knight & Heikkinen 1980; Campbell 1979; Baker 1972)

איור 1: השוואת שיעורי התמותה של זחלי טוואית האלון בדרגה 5 לאחר ריסוס עלווה בתכשירים שונים.
Fig. 1: Mortality of 5th instar larvae of Gypsy moth after feeding on insecticide-treated oak foliage.



בצילוס Bt (בקטוספיין, דלפיין) ולמגח"ים (דימילין). תוצאות הניסוי תואמות דיווחים ממקומות אחרים בעולם (1972 Baker Simser & Moran); ומראות שתכשירי בצילוס יוכלו לשמש להדברת המזיק במידת הצורך. חשוב לציין, שזחלי הטוואית רגישים לתכשיר Bt גם בדרגות הזחל המתקדמות (4-5), בהשוואה לזחלי תהלוכה האורן, שבדרגות אלה כבר כמעט אינם נפגעים מהתכשיר.

שיטות מומלצות שלא נוסו בארץ הן: הדברת המזיק גם באמצעות הזרקות גזע של תכשירים סיסטמיים ולכידת הזחלים היורדים מן העץ לקראת בוקר, באמצעות רצועות פלסטיק כרוכות סביב לגזע ומרוחות בדבק תמידי או איסוף הזחלים המסתתרים בשעות היום מתחת לבד יוטה, הכרוך סביב הגזע, ולהשמידם (1990 Simser & Moran).

הבעת תודה

אנו מודים לגב' ניצה ספיר על עזרתה בהצבת המלכודות באזור הדרום ולגב' פביאן עשאל שהכינה את מלכודות הפרומון. כמו-כן אנו מודים לפחאי רשות הטבע והגנים וליעריני קק"ל על עזרתם באיסוף הנתונים.



שעלוותם נאכלה. לפיכך, מסקנתנו היא שהתערבות באוכלוסיית טוואית האלון, אם תידרש, מיועדת בעיקר לבתי גידול מיוחדים ולשטחים עירוניים או לחינוניים, גנים וחצרות בתים, שם אוכלוסיות גדולות של הטוואית עלולות להוות מטרד משמעותי לאדם ולסביבה. במקרים אחדים אף נצפתה תחלואה כתוצאה מתגובות אלרגיות בעקבות התפרצות הטוואית (מדר 2001). בניסוי מבוקר להדברת המזיק נמצא, שהוא רגיש לתכשירי

מקורות

- אבידוב, צ' 1951. מזיקי צמחים בישראל. הוצאת ספרים ע"ש מאגנס, האוניברסיטה העברית בירושלים.
 אייזנשטיין, י' 1983. פרפרי ארץ ישראל. הוצאת עם עובד תל אביב.
 גור, ע' 1951. דו"ח לשנת 1950-1951 (פנימי). מחלקת היערות, משרד החקלאות.
 מדר, צ' 1998. סיכום סיור ביערות כמון וצלמון. קק"ל, דו"ח פנימי.
 מדר, צ' 2000. סיכום סיור בכרמל. קק"ל, דו"ח פנימי.
 מדר, צ' 2001. סיכום סיור בכרמל לבחינת נזקי טוואית האלון (העש הצועני) בעצי אלון. קק"ל, דו"ח פנימי.
 מדר, צ' 2002. סיכום סיור בכרמל לבדיקת שיעור פגיעת עצי אלון מצוי ואחרים על-ידי טוואית האלון (העש הצועני). קק"ל, דו"ח פנימי.
 מנדל, צ' 1994. התפרצות העש הצועני בחורש ים-תיכוני באזור נס-הרים. דו"ח לקק"ל.
 קוגלר, י' 1989. משפחת הטואיתיים (Lymantriidae). האנציקלופדיה של החי והצומח של ארץ ישראל. החרקים. כרך 3. עמודים 301-304.

- Baker, L.W. 1972. Eastern Forest Insects. USDA Miscellaneous Publication No. 1175.
 Campbell, R.W. 1979. Gypsy Moth: Forest Influence. Agriculture Information Bulletin No. 423. USDA.
 Corliss, J.M. 1952. The gypsy moth. In: Stefferud, A. (ed.), Insects. pp. 694-698. USDA. Washington, D.C.
 Knight, F.B. & Heikkinen, H.J. 1980. Principles of Forest Entomology. McGraw-Hill Book Company.
 Mattson W.J. & Haac, R. A. 1987. The role of drought stress in provoking outbreaks. 365-407. In: Barbosa, P. & Schultz, J.C. (eds.), Insect Outbreaks. Academic Press, Inc.
 Montgomery M.E. Wallner, W.E. 1988. The gypsy moth, a westward migrant; In: Berryman, A.A. (ed.), Dynamics of Forest Insect Populations. pp. 353-375. New York: Plenum Press.
 Pedigo, P.L. 1999. Entomology and Pest Management. Prentice-Hall, Inc. USA.
 Simser, D. & Moran, P. 1990. Gypsy Moth Control. Technical Bulletin No. 10. USDA.
 Schultz, J.C. & Baldwin, I.T. 1982. Oak leaf quality declines in response to defoliation by gypsy moth larvae. Science 217: 149-150.

אקולוגיה של האבקה בצאלון נאה

עפרית שביט, המכון לאבולוציה, אוניברסיטת חיפה, חיפה. ofrit@betalfa.org.il

אבישי שמידע, מחלקת אס"א והמרכז לרציוליות, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

גדעון נאמן, החוג לביולוגיה, אוניברסיטת חיפה באורנים, טבעון.

תקציר

הצאלון (*Delonix regia*) שמקורו בסוואנות היבשות של האזור הטרופי, גדל בר רק באי מדגסקר. משם הופץ כעץ נוי לארצות רבות וביניהן ישראל, בעיקר בשל פריחתו האדומה והשופעת. הפרח גדול מאוד ומייצר צוף רב. ניתן להבחין בקלות בין פרחים צעירים שטרם הואבקו, אשר להם מפרש צהוב פרוש, לבין פרחים מבוגרים שבהם המפרש אדום ומקופל ולבין הפרחים הזקנים הנמצאים בשלבי קמילה. יש עדות לכך שהצאלון מואבק באפריקה על ידי ציפורים ממשפחת הצופיתיים (Arroyo 1981), אולם בישראל אין הדבר כך, ולא ברור לנו מדוע הצופית, המותאמת להזנה בפרחים אדומים מרובי צוף בארץ ישראל (ובולוני ואיזיקוביץ, 1985), אינה מבקרת באופן קבוע בפרחי הצאלון. המאביק העיקרי של הצאלון בישראל הוא דבורת העץ (*Xylocopa*).

פרחי ציפורים (Bird flowers) מוגדרים כפרחים אשר מותאמים במיוחד להאבקה על ידי ציפורים. הם אינם שייכים לקבוצה סיסטמטית אחת אלא למספר רב של סוגים ומשפחות (ובולוני ואיזיקוביץ, 1985). התכונות המאפיינות פרחי ציפורים הן: הפרחים הפורחים ביום הם בצבעים בולטים, לעיתים קרובות צהוב או אדום; לפרחים אין משטח נחיתה ורקמת הפרח קשיחה, כלומר זירי האבקנים קשיחים או מאוחים והשחלה מוגנת או נישאת על עוקץ; בנוסף לכך, פרחים אלה שופעים צוף ואין להם ריח.

מחקר זה בודק האם קיים קשר בין התכונות של פרח הצאלון להתנהגות המאביקים: האם פרח הצאלון מותאם להאבקה ציפורים? האם הוא מותאם להאבקה חרקים? האם הדבורים המאביקות את הפרח קולטות את השדר שהוא משדר, ומעדיפות לבקר בפרחים הצעירים, שהם בעלי מפרש פרוש וצוף רב כגמול, על פני הפרחים מבוגרים שסיימו את השלב המיני, שהם בעלי מפרש מקופל ואינם גומלים בצוף?

התוצאות מראות כי לפרח הצאלון מספר תכונות הנראות לכאורה כהתאמה להאבקה על-ידי ציפורים: הן רואות את הצבע האדום של הפרח והדבורים אינן רואות אותו; הוא פורח ביום ומייצר כמות צוף גדולה יחסית; צינור הפרח המוביל אל כוסית הצוף הוא ארוך, נוקשה ורחב דיו להכנסת מקור ציפור; החלקים הבסיסיים של עלי הכותרת – האבקנים וזופן השחלה – עבים במיוחד ויכולים להגן מפגיעה מכנית של ציפורים; זירי האבקנים ארוכים ומפושקים והאבקה דביקה.

כמו-כן מצאנו כי דבורת העץ מיטיבה להבדיל בין שלבי הפרח השונים ומעדיפה לאסוף אבקה וצוף בפרחים צעירים, המצויים בשלב המיני, שהם בעלי פרסומת בולטת וגמול רב, מאשר בפרחים מבוגרים שהואבקו או סיימו את השלב המיני שלהם, שהם בעלי גמול מועט ופרסומת מעטה. כך, למרות שהפרחים המבוגרים נשארים על העץ ותורמים בכך לפרסומת הכללית של העץ ולמשיכת יותר מאביקים, הם אינם מתחרים עם הפרחים הצעירים על המאביקים ואינם מורידים את הסיכויים להאבקתם.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת) – *Delonix regia*, פרחי דבורים, פרחי ציפורים, שינוי צבע, *Xylocopa*, צופית.

מבוא

הצאלון הנאה (*Delonix regia* Raf.) נמנה על קבוצת עצים בני משפחת הקסאלפנינים, שמרכז תפוצתם בסוואנות היבשות של האזור הטרופי. הסוג *Delonix* מונה שלושה מינים, שמהם הצאלון הנאה הוא בעל פרחים אדומים. במעונותיהם הטבעיים מרבית עצי הצאלון משלושת המינים משירים את עליהם בעונות היובש, ואז הם פורחים, ללא עלים. בישראל הצאלון הנאה הוא ירוק-עד ופורח במשך כל הקיץ. מין זה גדל בר רק באי מדגסקר, שם תואר לראשונה ב-1829. ממדגסקר הועבר הצאלון על ידי האדם, כבר במחצית המאה ה-19, לגינון באי מאוריציוס, ומשם למושבות הטרופיות באפריקה ובאסיה. כיום, בשל פריחתו האדומה המרהיבה, משמש הצאלון הנאה עץ שדרות חשוב בכל הארצות הטרופיות עד קו רוחב 30° . מאידך גיסא, האוכלוסיה הטבעית במדגסקר נמצאת על סף השמדה (Endress, 1994).

הפרחים מסודרים באשכולות דמויי סוכך, ורק 1-3 פורחים בו-זמנית בכל תפרחת (איור 1). הפרח גדול, הרמפרודיט (דו-מיני) (שמידע 1994), קוטרו כ-8 ס"מ ואורך עלי הכותרת כ-6.5 ס"מ. עלי הגביע אדומים בצידם העליון וירוקים בצידם התחתון והם עבים במיוחד. בסיס עלי הכותרת הוא בצורת ציפורן צרה (איור 2) הנושאת אוגן רחב. לפרח סימטריה דו-צדדית, 2 זוגות עלי כותרת צדדיים אדומים, ועלה כותרת עליון יחיד הנקרא "מפרש" (Banner). בפרחים צעירים המפרש

בסיסו ירוק קרם, והוא נושא בקצהו מאבק בצבע סגול. עם פתיחת המאבקים, מפזר הפרח אבקה כתומה-צהובה דביקה, הבולטת על רקע הכותרת האדומה. המאבקים דמויי כליה ומחוברים לזיר האבקן בציר עדין, כך שכל נגיעה קלה גורמת לזעזוע ולשחרור אבקה. המאבקים נפתחים כלפי מעלה ומותאמים בכך להאבקה של רפרפים וציפורים אשר אינם נוחתים על הפרח לצורך שיחור מזון. הבסיסים הרחבים והמוקשים של זירי האבקנים תוחמים את מיכל הצוף המצוי מסיב לשחלה (איור 2), לכן המאבקים אינם יכולים להחדיר את לשונם לכוסית הצוף מבין בסיסי האבקנים אלא רק דרך הצינוור המצוי בבסיס המפרש (Endress 1994). מבקר הפרח, המחדיר לשונו לצינוור המפרש, נתקל במבוך אסימטרי של בסיס האבקנים ועליו לפתל את לשונו כדי להגיע לכוסית הצוף (איור 2). ייתכן שגישה "מפותלת" זו אל הצוף מותאמת לביקורי מאבקים "חכמים" בעלי יכולת למידה כדוגמת ציפורים, ומונעת גישה של מבקרים אחרים שאינם מאבקים יעילים. עמוד העלי מוארך ודומה לזיר של אבקן חסר מאבק, בקצהו מצויה צלקת מחודדת עטורה בטבעת שערות שקופות, הנראות רק בעזרת זכוכית מגדלת. במינים רבים במשפחת הקטניות הצלקת מפרישה טיפת נוזל אשר משמש כזרו לנביטת גרגרי האבקה, ורק כשהצלקת לחה היא זמינה (רצפטיבית) וגרגרי האבקה יכולים לנבוט עליה. בפרחי הצאלון הנאה הצלקת לחה רק ביום הראשון לחי הפרח (Endress 1994).

קבוצות שונות של בעלי-חיים, כגון דבורים, פרפרי יום, רפרפים וקבוצות מסוימות של צפורי שיר, מוצאים את מזונם בעיקר בפרחים, ותוך כדי כך משמשים כמאבקים שלהם. בשל ההבדלים בגודל, בחושים, בהתנהגות ובדרישות התזונתיות, ניתן לאפיין את הפרחים המותאמים להאבקה על-ידי כל אחת מקבוצות בעלי החיים ברשימת תכונות הנקראת סינדרום. כמו בכל הכללה, אין לצפות שכל התכונות המופיעות בסינדרום של הפרחים מואבקי הציפורים (אורניטופיליים) אכן תהינה בכל אחד ממיני הפרחים מואבקי הציפורים. כמו כן, במקרים רבים מאבקים בני קבוצות שונות מבקרים פרחים של מין מסוים, שיש לו תכונות ביניים, שיכולות להיות מסווגות לסינדרומים שונים.

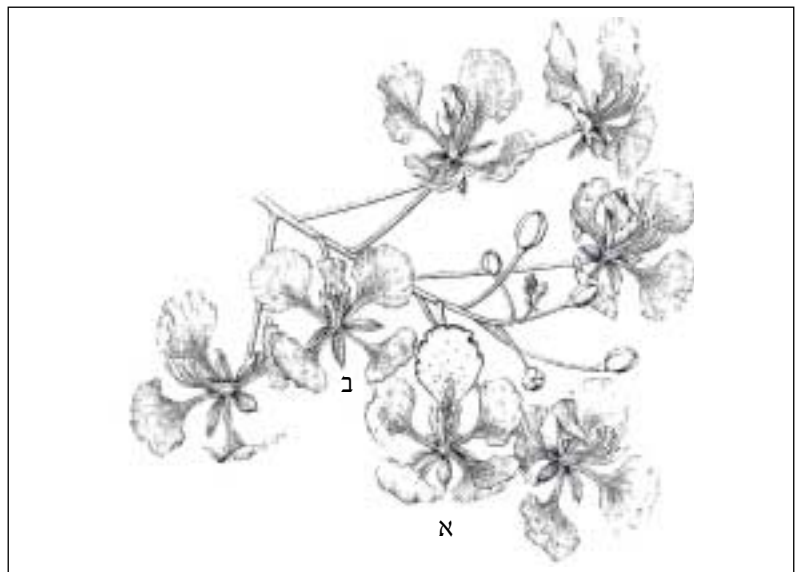
התכונות הבאות מקובלות כתכונות העיקריות של סינדרום הציפורים, כלומר, מאפיינות פרחים המואבקים על ידי ציפורים (Faegri & Van der Pijl 1979): הפריחה היא במהלך היום; לפרח צבע אדום; אין לו ריח; יש כמות גדולה של צוף (5-50 מיקרוליטר); צינוור הפרח רחב מזה של פרחי-פרפרים ואין לו "דרכי צוף" או קישוטי כותרת; בסיסי עלי הכותרת וזירי האבקנים מעובים ומגנים על השחלה.

עצים טרופיים רבים פורחים בעונת היובש בעת שהם חסרי עלים. פריחתם שופעת, דבר המבליט אותם לעיני המאבקים, כמו לדוגמה האלמוג (*Erythrina*) בעל הפריחה האדומה. ברוב הצמחים הפרחים נובלים זמן קצר לאחר האבקתם, או במשך הזקנותם, שכן אין טעם להשקיע בפרח לאחר שסיים

בצורת יתד שצבעו צהוב-לבן ועליו דרכי צוף שצבען אדום. רוחב המפרש כ-4.4 ס"מ ואורכו כ-6.5 ס"מ. **בפרחים מבוגרים** המפרש מקופל וצבעו הצהוב כבר אינו נראה, ו**בפרחים זקנים** עלי הכותרת מתחילים לקמול. הציפורן, הבסיס הצר של המפרש, גולה בפרחים צעירים ויוצרת צינוור באורך 13 מ"מ, אשר דרכו אמור המאבקי המבקר בצמח להכניס את לשונו על מנת להגיע לכוסית הצוף. לפרח עשרה אבקנים אופקיים המזדקרים לרווחה במרכז הכותרת. האבקן בנוי זיר ארוך שצבעו אדום כהה וצבע

איור 1. צאלון נאה *Delonix regia*. תפרחת: פרח צעיר בעל מפרש פרוש (א) ופרח בוגר עם מפרש מקופל (ב), (על-פי Endress 1994)

Fig. 1. *Delonix regia*: a young flower with open banner and an old flower with a folded banner (following Endress 1994)

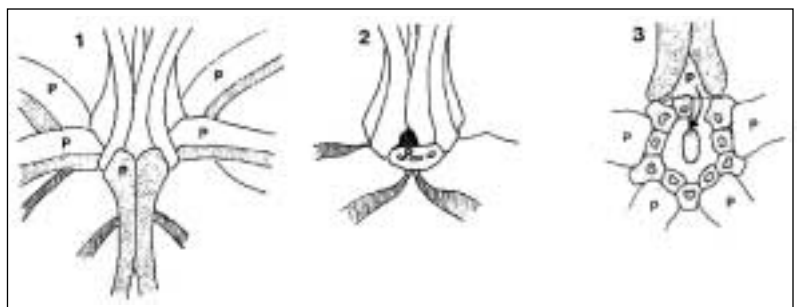


איור 2. מרכז הפרח של צאלון נאה (על-פי Endress, 1994).

1. מבט על בסיס הפרח במבט מלמעלה. נראים בסיסי עלי הכותרת (P) בסיסי האבקנים ועלי הגביע.
2. מבט על בסיס הפרח שהוסרו ממנו עלי הכותרת. בסיס זירי האבקנים יוצרים גליל בלתי חדיר לחרקים פרט לפתח (משולש שחור בציוור), הנחשף לאחר שמוסר המפרש.
3. מבט על בסיס הפרח שהוסרו ממנו כל האבקנים ועלי הכותרת פרט למפרש. מסומנים בסיסי עשרת האבקנים. החץ מסמל את מבוך הכניסה האסימטרי מצינוור המפרש אל כוסית הצוף.

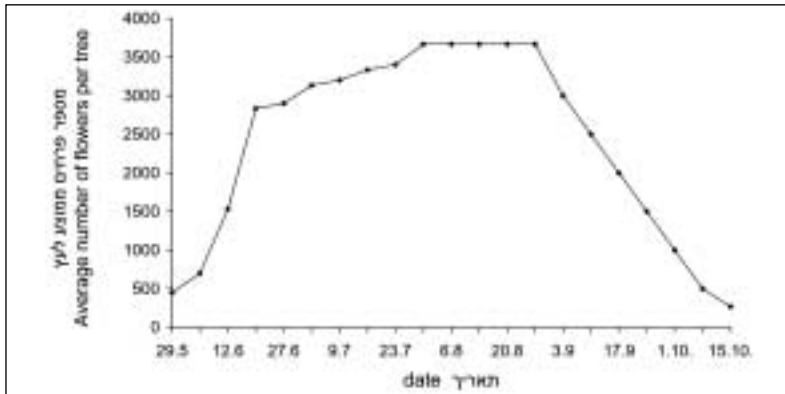
Fig. 2. The center of *Delonix regia* flower (following Endress, 1994).

1. An upper view on the bases of corolla, stamen and the sepals.
2. The base of the flower after removal of the corolla. The stamen bases create an impenetrable notch for insect except through the small opening (dark triangle in the figure), which is exposed by removal of the banner.
3. The base of the flower after removal of anthers and corolla except the banner. The arrow points at the asymmetric labyrinth at the stamen base, leading to the nectar.



איור 3. מספר הפרחים הפתוחים הממוצע לעץ במהלך עונת הפריחה.

Fig. 3. The average number of open flowers on a tree throughout the bloom season.



טבלה 1. מספר ממוצע של גרגרי אבקה מפרחי צאלון צעירים ובוגרים שנבטו על צלקות רצפטיביות (n=10).

Table 1. The average number of pollen grains from young and mature *Delonix regia* flowers that germinated on receptive stigmas.

סטיית התקן	מספרם הממוצע של גרגרי האבקה שנבטו	השלב שבו מצוי הפרח
6.726	18.33	צעיר
7.205	14.93	בוגר

טבלה 2. המשקל היבש של אבקנים בפרחי צאלון צעירים ובוגרים.

Table 2. Dry weight of stamen in young and mature flowers of *Delonix regia*.

משקל לאחר ייבוש (גרם)	משקל לפני ייבוש (גרם)	שלב הפרח	
0.077	0.386	צעיר	ממוצע
0.007	0.005		סטיית תקן
0.077	0.289	בוגר	ממוצע
0.006	0.007		סטיית תקן

שיטות

משך עונת הפריחה נבדק בתצפיות שבועיות והוערכו מספר הפרחים הכללי על העץ ומספרם של הפרחים בכל שלב פריחה. נפח הצוף נמדד באמצעות מיקרופיפטות מכויילות בנפח של 5µl מתוצרת "Denmark I/S - Modulom - Vitres". קצב ייצור הצוף נבדק על-ידי מדידת נפח הצוף בפרחים מכויילים: פרחים כוסו בכילה למשך הלילה, ולמחרת היום נדגמה כמות הצוף מדי שעתיים בעשרה פרחים בכל שלב פריחה, על שלושה עצים נפרדים. הניסויים נערכו מ-06:30 עד 19:00 בתאריכים 13.7.1999 ו-31.8.1996.

התצפיות במאביקים נעשו בפרקי זמן של 10 דקות: בכל פרק זמן נספרו המאביקים שהגיעו לשטח של 1x1 מטר רבוע על פני העץ הפורח. התצפיות נערכו בבית גבריאל בין השעות 08:00-12:00 ב-2.8.1999 ונרשם השלב שבו מצוי הפרח שבו ביקרו. משך חיי הפרח נבדק בקיבוץ בית אלפא בתאריכים 4.7.1999 – 9.7.1999 וכל טיפול כלל כעשר חזרות (עשרה פרחים בכל שלב של הפריחה). נבדקו: 1. פרח חשוף לפעילות המאביקים

את השלב המיני שלו. יתרה מזו, השארת פרחים מואבקים על הצמח עלולה למשוך את המאביקים אליהם ובכך להתחרות בפרחים צעירים שטרם הואבכו ולצמצם את סכויי ההאבקה שלהם. לכן התפתחה בצמחים רבים תופעה של שינוי צבע הכותרת (זבולוני ואיזיקוביץ, 1985; איזיקוביץ ולזר, 1986; Weiss, 1991; נאמן ונשר, 1995): פרחים צעירים שלא הואבכו עדיין מייצרים צוף רב כגומול למאביקים המבקרים בהם. אולם לאחר ההפריה, עם סיום השלב המיני שלהם, מפסיק ייצור הגומול והפרח משנה את צבעו. כך מסמן הצמח למאביקים את הפרחים הגומלים, ועוזר להם להבחין בינם לבין הפרחים שאינם גומלים. בצמחים בעלי תכונה זו, השארת פרחים מואבקים על העץ אינה מצמצמת את הפרסומת הכללית של העץ אך גם אינה גורעת מסיכויי ההאבקה של הפרחים הבתולים.

דבורת העץ מהסוג *Xylocopa* שייכת לקבוצה הכוללת מעל 730 מינים בעלי תפוצה נרחבת בעולם. רוב המינים טרופיים וסובטרופיים, ומספר מינים ממוקמים צפונה מאזור זה. לקבוצה זו שייכים מיני הדבורים בעלי מבנה הגוף הגדול ביותר. זוהי דבורה יחידאית והיא מוינה את צאצאיה באבקת פרחים וצוף (גרלינג, 1985; O'Toole & Raw, 1991).

מטרת העבודה היתה לבדוק את הקשר וההתאמה שבין תכונות פרח הצאלון להתנהגות המאביקים; באופן מפורט נבדקו ההשערות הבאות:

- * פרחים צעירים בעלי מפרש פרוש הם בשלב המיני, כלומר גרגרי האבקה שלהם חיוניים והצלקת רצפטיבית. לעומת זאת, פרחים מבוגרים בעלי מפרש מקופל הם לאחר השלב המיני שלהם.
- * כמות הצוף וריכוז הסוכר בו גבוהים יותר בפרחים צעירים בשלב המיני מאשר בפרחים מבוגרים שסיימו אותו.
- * תדירות הביקורים של המאביקים גבוהה בפרחים צעירים וגומלים הנמצאים בשלב המיני, לעומת פרחים שסיימו שלב זה.
- * האבקה ידנית של פרח מיד לאחר פתיחתו תקצר את השלב הגומל שבו המפרש פרוש, והאורך הכולל של חיי הפרח יתקצר.

שיטות וחומרים

שטח העבודה

העבודה התבצעה בקיבוץ בית אלפא (אוגוסט – אוקטובר 1996 ויולי – אוקטובר 1999) ובבית גבריאל (יולי 1999). בית אלפא נמצא בבקעת בית-שאן והאקלים בו ים תיכוני, חם ויבש; גדלים בו ארבעה עצים שסומנו ועליהם נערך המחקר. בית גבריאל נמצא לחוף הכנרת והאקלים באזור זה הוא ים תיכוני, חם ולח – בגלל הקרבה לאגם. לבדיקת השערות המחקר נבדקו עצים שונים ונערכו תצפיות במאביקים. בכל התצפיות והניסויים היה הפרח יחידת החזרה.

במטרה לבחון את השפעת גיל הפרח על כמות גמול האבקה, נלקחו אבקנים מפרחים צעירים ובוגרים, נשקלו, יובשו ונשקלו שוב. בכל בדיקה נשקלו יחדיו עשרה אבקנים כקבוצה. הבדיקות נערכו ב-10.8.1999 בבית אלפא.

ניתוחים סטטיסטיים

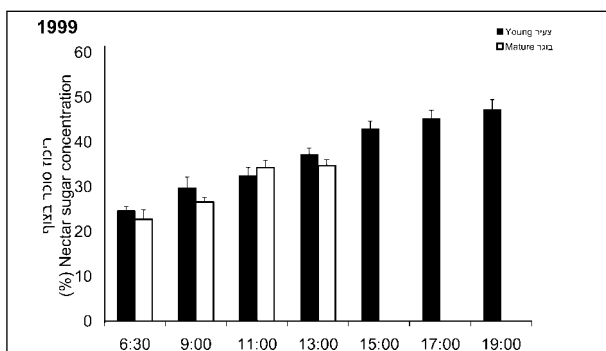
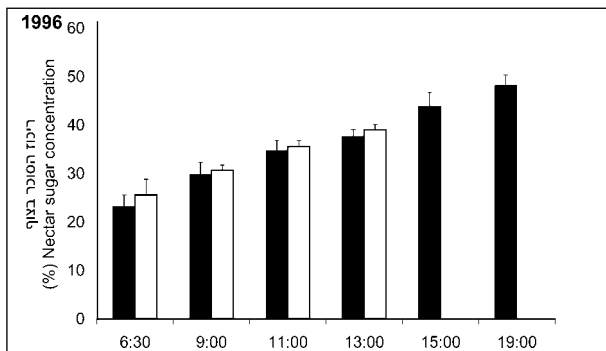
ניתוח הנתונים בוצע בתוכנה הסטטיסטית SYSTAT. להשוואת ערכים ממוצעים ערכנו מבחני t ולהשוואת תדירות ביקורי מאביקים בפרחים בעלי צבע שונה נערך מבחן χ^2 . לנתוני פרופורציות (P) ערכנו טרנספורמציות arcsin [sqrt(p)] לפני הניתוח הסטטיסטי. בתרשימים מוצגים ממוצע הנתונים ושגיאת התקן וכן תוצאות המבחנים הסטטיסטיים.

תוצאות

משך עונת הפריחה

במעקב שערכנו בשלושה עצים פורחים בבית אלפא במאי עד אוקטובר 1999, קיבלנו את עקומת הפריחה המוצגת באיור 3. תחילת הפריחה היא ביוני, היא מתגברת עד לאוגוסט והולכת ופוחתת בספטמבר עד לסיומה במחצית אוקטובר.

משך חיי הפרח



איור 5. ריכוז הסוכר בצוף (%) בפרחי צאלון צעירים ובוגרים בשעות שונות של היום ב-1996 וב-1999. האנך לעמודות מציין סטיית תקן (StD).
Fig. 5. The nectar sugar concentration (%) in young and adult *Delonix regia* flowers in different hours during the day, in 1996 and 1999. Error bars represent one standard deviation unit.

(היקש); 2. פרח מכויס (שנעטף בשקית) שהואבק ידנית בהאבקה עצמית; 3. פרח מכויס ללא טיפול (למניעת ביקורי מאביקים); 4. פרח מכויס מסורס אבקנים (למניעת האבקה עצמית ספונטנית); 5. פרח מכויס, שהואבק ידנית בהאבקה זרה; 6. פרח גזור-מפרש (לבדיקת השפעת המפרש על משך חיי הפרח).

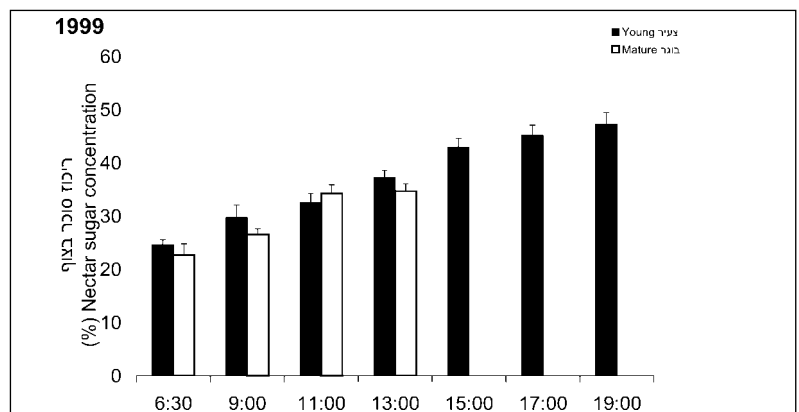
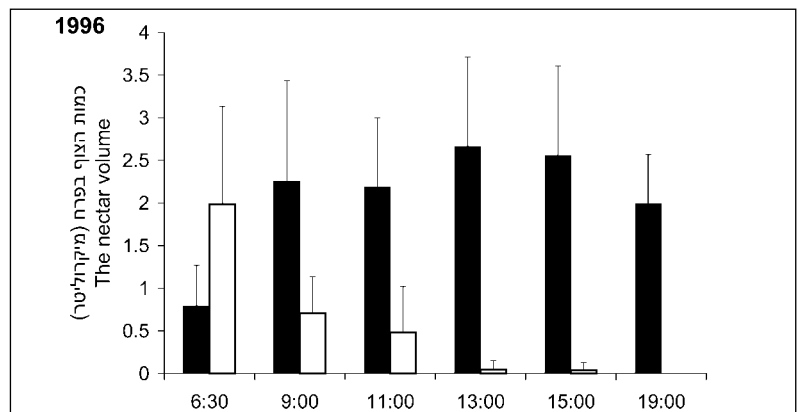
חיוניות האבקה והצלקת

לבחנית ההשפעה של השלב בו נמצא הפרח על חיוניות גרגרי האבקה והצלקת, נלקחו גרגרי אבקה מפרחים בשלבים שונים (עשרה פרחים מכל שלב מכל עץ נבדק), בוצעה בהם האבקה זרה של פרחים צעירים ונספרו הנחשונים שנבטו על צלקות; כמו כן, נספרו גרגרי האבקה מפרח צעיר בעץ אחר (האבקה זרה), שנבטו על צלקות בשלבים שונים של פריחה. הבדיקות נערכו ב-10.8.1999 בבית אלפא.

משקל האבקנים

איור 4. כמות הצוף הממוצעת (μ l) המיוצרת במהלך שעתיים בעשרה פרחי צאלון צעירים ובוגרים בשעות שונות של היום ב-1996 וב-1999. האנך לעמודות מציין סטיית תקן (StD), כוכבית מעל זוג עמודות מציינת הבדל מובהק ביניהן (הנובע מהמבחן הסטטיסטי (t-test, P<0.05) מציין הבדל לא מובהק.

Fig. 4. The average nectar volume (μ l) production in two hours in 10 young and mature *Delonix regia* flowers, in different hours in 1996 and 1999. Significant difference between young and mature flowers for each hour (t-test, P<0.05) is indicated by *, nonsignificant (P>0.05) - by N.S. Error bars represent one standard deviation unit.



שינוי הצבע, מאשר לאחר השינוי. כמו כן, הצלקות בפרחים אלו רצפטיביות וגרגרי האבקה חיוניים יותר מאשר בפרחים שלאחר שינוי הצבע. במחקר זה מצאנו כי בפרחי הצאלון הצעירים ניתן למצוא צוף רב יותר מן השעה 09:00 בבוקר ועד לסוף היום (איור 4). בשעות הבוקר המוקדמות, שבהן הפרחים החדשים עדיין סגורים, כמות הצוף הגדולה ביותר היא בפרחים הבוגרים. הפרחים החדשים נפתחים במהלך היום כולו משעות הבוקר המוקדמות, והמפרש בפרחים הבוגרים נסגר גם כן במהלך היום. בפרחים הצעירים מספר גרגרי האבקה החיוניים שנבטו היה גבוה בצורה מובהקת מאשר בפרחים בוגרים (טבלה 1). משקלם היבש של גרגרי האבקה בפרחים הצעירים היה גבוה בצורה מובהקת ממשקלם בפרחים בוגרים (טבלה 2) שמשמעותו גמול רב יותר הניתן בפרחים הצעירים לעומת המבוגרים.

המפרש בפרחי הצאלון מהווה סימן למאבקים; גיל הפרח, ולא ההאבקה, הוא הגורם לפרישתו או קיפולו של המפרש. סיכויי ההאבקה של הפרחים הצעירים גדלים, שכן פרישתו

משך חיי פרח "צעיר" – שלב א' היה 24 שעות ± 0.06 ; משך חיי הפרח "הבוגר" – שלב ב' היה 48 שעות ± 0.21 והפרחים "הזקנים" – שלב ג' עד לנשירתם – 48 שעות ± 0.31 , מספר ימי הפריחה הממוצע – 5 ימים. טיפולי האבקה לא שינו את משך החיים של הפרח.

חיוניות גרגרי אבקה

מספר גרגרי האבקה מפרחי צאלון צעירים שנבטו על צלקות רצפטיביות היה גבוה מזה של גרגרי אבקה מפרחים מבוגרים (טבלה 1), וההבדל היה מובהק ($t_{24.4}=7.74, P<0.001$).

המשקל היבש של האבקים

משקל האבקים בפרחי צאלון צעירים היה גבוה ממשקל האבקים בפרחים מבוגרים (טבלה 2), והבדל זה היה מובהק ($t_{38.9}=-9.398, P<0.001$).

הצוף

בפרחים "זקנים" לא היה צוף כלל, בפרחים "צעירים" הפרשת הצוף התחילה בבוקר והתגברה עד לצהרים. בפרחים מבוגרים כמות הצוף היתה הגבוהה ביותר בשעות הבוקר וירדה עד להעלמותה בשעות אחר הצהריים המוקדמות. במרבית שעות היום, בשתי השנים שנבדקו, היו ההבדלים מובהקים בין פרחים צעירים לבוגרים ($P<0.05, t$ -test) (איור 4). ריכוז הסוכר בצוף עלה מ-23% בבוקר עד ל-47% בצהרים, במידה דומה בפרחים צעירים ומבוגרים. (איור 5).

מאבקים

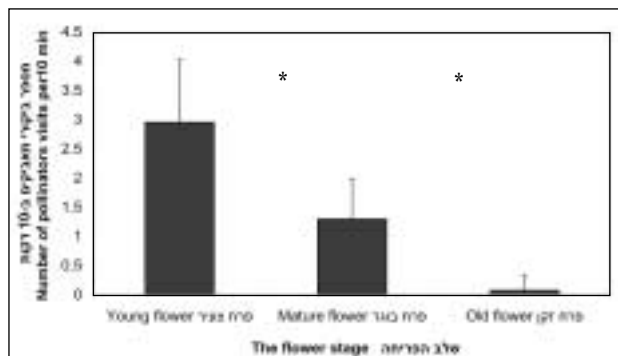
המאביק היחיד שביקר באופן קבוע בפרחי הצאלון היה דבורת העץ הצהובה *Xylocopa pubescens*. לא פחות חשובה העובדה שהצופית, השכיחה במקום, לא נראתה מבקרת כלל בפרחי הצאלון. התדירות של ביקורי הדבורים היתה גבוהה יותר בפרחים צעירים מאשר בפרחים בוגרים, ובפרחים זקנים כמעט לא ביקרו. ההבדלים נמצאו בנייתוח שונות חד-כיווני (ראה איור 6). על מנת לבדוק אם קיימת אצל הדבורים העדפה לבקר פרחים בשלב פריחה מסוים, השווינו את מספר ביקורי הדבורים בפרחים בגילים שונים למספר הפרחים באותו שלב פריחה שנצפה. במבחן χ^2 אכן נמצא שבפרחים צעירים היו יותר ביקורים מהצפוי על פי מספרם, בפרחים בוגרים היו ביקורים לפי המספר הצפוי ובפרחים זקנים – פחות (טבלה 3).

דיון

שינוי צבעם של פרחים שלמים או של עלה כותרת במהלך הפריחה נפוץ – הן מבחינה גיאוגרפית והן מבחינה טקסונומית – ב-214 סוגים וב-74 משפחות, כחמישית מכלל משפחות מכוסי הזרע (Weiss 1991). Weiss מציינת כי ניתן להכליל ולומר, שאפשר למצוא בפרחים צוף ואבקה רבים יותר לפני

איור 6. מספר הביקורים הממוצע של דבורים בפרחי צאלון צעירים, בוגרים וזקנים במהלך עשר דקות תצפית. האנג לעמודות מציין סטיית תקן (StD), כוכבית מעל זוג העמודות מציינת הבדל מובהק ביניהן (הנובע מניתוח שונויות ANOVA).

Fig. 6. The average number of visits per 10 min. in *Delonix regia* young, mature and old flowers. Error bars represent one standard deviation unit. Significant differences (one way ANOVA, $P<0.05$) are indicated by *.



טבלה 3. תוצאות מבחן χ^2 לבדיקת הקשר בין מספר הפרחים הצעירים, מבוגרים וזקנים בשני עצי צאלון ומספר הביקורים של הדבורים בפרחים אלו.

Table 3. χ^2 test for the number of young, mature and old flowers in two *Delonix regia* trees and the number of bees visits to those flowers.

עץ מספר 1	צעירים	מבוגרים	זקנים	Tot. χ^2	Df	P
מספר פרחים	61.0	27.0	1.0			
מספר ביקורים	26.7	29.7	32.6			
χ^2	44.1	0.2	30.7	75.0	2	<0.001
עץ מספר 2						
מספר פרחים	60.0	26.0	2.0			
מספר ביקורים	29.3	25.4	33.2			
χ^2	32.1	0	29.4	61.4	2	<0.001

ממשפחת זנב-הסנונית היו המאביק העיקרי (Endress 1994). מעניין לציין שבישראל טרם ראינו את הצופית, המותאמת להזנה בפרחים אדומים מרובי צוף ולהאבקתם (זבולוני ואייזקוביץ, 1985), מבקרת באופן שיטתי בצאלון. זאת למרות שהצופית מרבה לבקר בפרחים של צמחי תרבות אחרים (טקומית הכף, אורנית לוחבת, היביסקוס סיני, דבוקית מעוצה, רוסליה שבטבטית, יסמין מטפס) המואבקים בארצות מוצאן על-ידי ציפורים ממינים אחרים.

בטבלה 4 סיכמנו על-פי מספר מקורות את רשימת התכונות של סינדרום הפרחים המואבקים על-ידי ציפורים, את מידת ההתאמה של כל תכונה להאבקה על-ידי הציפורים, ואת מידת קיומה של כל תכונה בפרחי הצאלון (זבולוני ואייזקוביץ 1985; Grant & Grant 1968; Stiles 1978; Grant 1966; Faegeri & Van der Pijl, 1979; Rabelo 1987, 1985). מרשימת התכונות בטבלה 4 אנו נוכחים כי חלק מתכונות פרחי הצאלון אינן תואמות את אלו המאפיינות את סינדרום פרחי הציפורים על פי הספרות; לכן הצגנו בטבלה 5 את התכונות העיקריות של פרחי הצאלון ואת מידת ההתאמה בין כל תכונה לבין התכונה המקבילה בסינדרום פרחי הציפורים, פרפרים, רפרפים ודבורים.

התכונה	התאמה לציפורים	בצאלון
1 פריחה יומית	מוחלטת	נכון לצאלון
2 לפרח אין ריח	מוחלטת	נכון לצאלון
3 צבע אדום	טובה	נכון לצאלון
4 פרח צינורי ארוך וקטני לרוב בעל סימטריה דו-גדדית	חלקית	בספרות מצויים לפחות 4 סימטרי מננה שונים לפרחים מואבקי ציפורים ויתר לחות על פרחי הצאלון בשל גדולם
5 חוסר מוטת נחיתה (שפית) או טבע לכוונית	טובה	מאפיין חלק מפרחי ציפורים באמריקה הסופית שמוצגות תוך ריפוף
6 פרח תלוי	מועטה בלבד	נכון לצאלון
7 דפנית הפרח נבזת וקשה	טובה	נכון לצאלון
8 הצוף מרוחק ממקום אברי ההפריה	מוחלטת	נכון בסרביה הפרחים בעלי צינור ארוך. בצאלון הצוף מרוחק מהאבקנים אך לא מהשחלה
9 מערכת קפילרית המביאה את הצוף לפתח צינור הפרח ומונעת את נילתו (מפריח נטוי)	חלקית	נכון בפרחים בעלי צינור ארוך ודק, לא נכון לצאלון
10 צינור פרח רחב	טובה	תכונה חשובה להבדלה בין פרחי ציפורים לפרחי פרפרים בהם הצינור צר מאוד. נכון לצאלון
11 אבקנים בולטים מהפרח	חלקית	נכון לצאלון
12 אבקנים מרוחקים זה מזה ומשקמים על גבי משטח כדורי רחב.	חלקית	נכון לצאלון
13 אין בפרח ידרכי צוף וקישוטי סותרת	טובה	תכונה חשובה להבחנה בין פרחי ציפורים לפרחי דבורים, בצאלון יש ידרכי צוף
14 כמות גדולה של צוף (50-5 μ)	מוחלטת	נכון לצאלון
15 צוף דליל (ריכוז 5% - 25%)	טובה	קיימת חפיפה רבה בריכוז הצוף בפרחי ציפורים ופרחי דבורים
16 פרחי התפוח מרוחקים זה מזה	מועטה	יתכן שתכונה זו נובעת מגודל הפרחים

ארבע תכונות בפרח הצאלון נראות כמותאמות ביותר לסינדרום האבקת ציפורים:

1. הצינור המוביל אל כוסית הצוף בבסיס מפרש הכותרת אורכו 13 מ"מ, נוקשה מאוד ורחב דיו להכנסת מקור ציפור; אילו היה הצינור מותאם להאבקת פרפרים, היינו מצפים לצינור ארוך וצר יותר.
 2. החלקים הבסיסיים של עלי הכותרת, האבקנים ודופן השחלה הם עבים במיוחד להגנה מפגיעה מכנית של מקור הציפורים; בשל עדינות חדק הפרפרים ולשון הדבורים, הפרחים שלהם עדינים יותר ודקי דופן.
 3. זירי האבקנים ארוכים ומפושקים והאבקה דביקה. תכונות אלו מקשות על איסוף האבקה על-ידי דבורים ומאידך מתאמות להעברה יעילה של האבקה באמצעות ציפורים, המכניסות רק את ראשן לפרח ואת המקור והלשון לצינור הצוף (Faegeri & Van der Pijl 1979).
 4. הצבע האדום של הפרחים: על-אף שברור כי אין העדפה מולדת של ציפורים לצבע אדום, הרי הן באפריקה והן באמריקה הצבע האדום שכיח מאוד בין פרחי הציפורים (זבולוני ואייזקוביץ, 1985). לעומת זאת, ברור היום שדבורים אינן עיוורות לגמרי לצבע אדום ויש מקרים רבים שבהם נצפו ביקורי דבורים בפרחים הנראים לנו אדומים (Chittka & Waser 1997).
- במקביל לכך, יש לפרחי הצאלון תכונות המתאימות לפרחי דבורים, כמו המפרש הצהוב בעל נתיבי הצוף, צינור הכותרת המאפשר לדבורים ארוכות לשון גישה אל הצוף והכמות המוגבלת של הצוף בעל ריכוז הסוכר הגבוה המתאים לדרישות

טבלה 4. התכונות המאפיינות את הסינדרום האורניטופילי, פרחים מאבקי ציפורים (ראה רשימת מקורות בטקסט).
Table 4. A list of the qualities of bird flowers syndromes.

של המפרש מהווה מסר למאביק לבוא ולבקר. יש להניח שהגדלת ה"פרסומת" של העץ כולו היא, כנראה, ההסבר לכך שמשך חיי הפרח (24 שעות לפרח צעיר ו-48 שעות לפרח בוגר וזקן), לא השתנה למרות הטיפולים השונים שעברו הפרחים במחקר זה, וניתן לומר שההשקעה בפרח לאחר ההאבקה היא מוצדקת מבחינת שיקולי "עלות-תועלת" של העץ.

בספרם הקלסי על האבקה מדגישים Faegeri & Van der Pijl (1979) כי "אין זה הכרחי" שפרחי ציפורים יהיו צנוריים ומקושטים (Gullet type), או בעלי סימטריה רדיאלית. מבנה צינורי מקושת, כמו למשל באלמוגן (*Erythrina*), מגביל מאוד את טווח טיפוס הציפורים, לציפורים בלבד. הפרח הנהדר של הצאלון פתר בצורה שונה את דילמת הפרסומת והגבלת טיפוס המאבקים. מחד גיסא, הוא בעל מבנה רחב מאוד, פתוח ובעל שטח פרסומת ענק, ומאידך גיסא, הוא בעל צינור פרח קשתי המוביל לכוסית צוף סגורה. אלה הן שתי תכונות המונעות התנדפות וגם גישה של מאבקים בלתי מותאמים, שחסרים את כושר הלמידה להתמודד עם מבנה מעין זה. מבנה זה מעניק לפרח פרסומת מרבית, אך גם מאפשר ביקורים של דבורים ארוכות חדק ופרפרים. במדגסקר, בתחום תפוצתם הטבעי, פרחי הצאלון מואבקים, כנראה, בעיקר על-ידי ציפורים, אשר עומדות על התפרחות בזמן לגימת הצוף. החוקרת Arroyo (1981) אכן מציינת את הצאלון הנאה כעץ מואבק ציפורים אופייני. באזורים הטרופיים שאליהם הוכנס הצאלון כעץ תרבות נמצאו ציפורים מבקרות בפרחי הצאלון, אך פרפרים

דבורי הצוף הגדולות. תכונות אלו מסבירות את הפעילות הרבה של דבורי העץ בפרחי הצאלון ואת העובדה שהן המאביקות הבלעדיות שלו בישראל.

האם המסרים שמעביר פרח הצאלון, באמצעות קיפול המפרש וירידה בכמות הגמול המוצע, אכן נקלטים על ידי דבורי העץ שהן ה"לקוחות" – והמאביקות? בתצפיות נמצא, שהדבורים מיטיבות להבדיל בין שני השלבים של הפרח וכאשר הן אוספות אבקה וצוף: הן מעדיפות ומבקרות כמעט אך ורק בפרחים צעירים, אשר בהם הפרסומת והגמול רבים יותר, ובהתאם לכך גם שיעור הביקורים הוא גבוה יותר. גם אם בעיני הדבורים כתם הפריחה האדום נראה כרקע שחור שרק מדגיש את המפרשים הצהובים, הרי שהן מזהות את הפרחים ומבחינות בהבדל בין מפרש פרוש למקופל. הפרחים המבוגרים וה"זקנים" הנותרים לאחר השלב המיני שלהם, אינם גומלים ואינם מבוקרים. חשיבותם של הפרחים הזקנים היא בתרומתם למשיכת המאביקים מרחוק אל העץ הפורח (Weiss 1991), כמו שלט פרסומת גדול התורם למשיכת לקוחות מרחוק. מערכת כזו תורמת למאביק בכך שהיא מגלה לו מרחוק עץ הנמצא במלוא פריחתו, וכשיגיע לעץ לא יבזבז את זמנו בפרחים מבוגרים שאינם גומלים. שינוי הצבע תורם לצמח בכך שהוא מגדיל את שיעור הביקורים בפרחים ה"צעירים" שטרם הואבקו, ובכך עולה הסיכוי הכללי של ההאבקה וייצור זרעים (זבולוני ואיזיקוביץ' 1985).

טבלה 5. תכונות פרחי הצאלון והתאמתם לסינדרום האבקה של צפורים, פרפרים, רפרפים ודבורים.
Table 5. The qualities of *Delonix* and its match to pollination syndrome of birds, butterflies, moths and bees.

תכונות פרחי הצאלון	פרחי ציפורים	פרחי פרפרים	פרחי רפרפים	פרחי דבורים	הערות
1 פרח פתוח אך בעל צינור באורך 15-13 ס"מ	++	-	-	+	רק לדבורים ארוכות לשון
2 בסיסי איברי הפרח עבים	++	-	-	-	לוחנה על השחלה מסקור הצינור
3 פרח בצבע אדום	++	+	-	-	
4 מפרש פרח צהוב בעל נתיבי צוף בפרחים הצעירים	-	-	-	++	נתיבי הצוף סורים את כיוון הגישה לצוף
5 שינוי צבע המפרש לאדום בפרחים בוגרים לא גומלים	+	+	-	+	למאביקים "אינסולינטיים" בעלי יכולת הבחנה בין פרחים בוגרים וצעירים
6 כמות צוף גדולה	++	+	++	+	נמצאת בסטאם לגודל ולדרישות האנרגטיות של המאביק
7 ריכוז צוף גבוה	-	-	-	+	המדידות נעשו בקיץ ביובוש. נ' נהרי (1980) קיבלה ערכים שבין 35%-8%
8 אבקנים ארוכים סאד ומפוזקים	+	-	++	-	
9 סאבק על ציד "נדנדה"	++	-	++	-	
10 אבקה דביקה	++	+	++	-	
11 פריחה זמנית	+	+	-	+	נכון לכל המאביקים פעיל-יום
12 מתיחת כמתורי הפרחים במשך כל שעות היום	+	+	-	+	לא ידוע האם קשור לסינדרום האבקה מסוים

תודות

לינאי שוהם מרשפים על הסיוע באיסוף הנתונים.

מקורות

- איזיקוביץ, ד' ולור, צ', 1986. משמעות שינוי הצבע בפרחי נר הלילה החופי. רותם, 21: 13-18. גרלינג, ד', 1985. דבורי העץ בישראל, שפירית 2: 8-19. זבולוני, ע' ואיזיקוביץ, ד', 1985. משמעות הצבע האדום בפרחים המואבקים על-ידי ציפורים. רותם 14: 14-29. נאמן, ג' ונשר, ר', 1994. לבן הופך לסגול, האקולוגיה ומשמעות שינוי הצבע בתורמוס ההרים, *Lupinus pilosus*. אקולוגיה וסביבה, 2: 27-32. שמידע, א', 1994. טיפוסי מנייות בעצים ושיחים. אקולוגיה וסביבה, 3: 171-183.
- Arroyo, M.T.K., 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: *Advances in Legum Systematics*, R.M. Polhill & Raven P.H. (eds.). pp. 723-769.
- Chittka, L. & Waser, N.M. (1997). Why red flowers are not invisible to bees. *Israel J. of Plant Sciences*. 45: 169-183.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and Evolutionary Ecology of Tropical Flowers*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. Pergamon Press, London, 318 pp.
- Grant, K.A. 1966. A hypothesis concerning the prevalence of red coloration in California Hummingbird flowers. *The American Naturalist* 100: 85 - 97
- Grant, K.A. & Grant, V. 1968. *Hummingbirds and their flowers*. New York and London, Columbia University Press.
- O'Toole, C. & Raw, A. 1991. *Bees of the World*. Blanford Press, London.

Rabelo, A.G. 1985. A preliminary synthesis of pollination biology in the Cape Flora. From: Bird pollination in the Cape Flora.
 Rabelo, A.G., 1987. A preliminary synthesis of pollination biology in the Cape flora. SAF Nat. Sc. Pr. Rep. no 141.
 Stiles, F.G. 1978. Ecological and evolutionary implications of bird pollination. American Zoology, 18: 715-727
 SYSTAT Inc. 1992. SYSTAT for Windows: Statistics Version 5 edition. Evanston. IL. 750 pp.
 Weiss, M.R. 1991. Floral color changes as cues for pollinators. Nature, 354: 227-229.

**חדשות
הייעור**

שטחי נטיעות (בדונמים) ונתוני סקר קליטה - תשס"ד (2004):

מספר עצים קיימים לדונם	מספר שתילים נשאר לדונם	אחוז קליטה	סה"כ שטח נטיעה (דונם)	חידוש יער (דונם)	נטיעה חדשה (דונם)	איזור	מרחב
43	34	79	801	565	236	גליל מרכזי	צפון
76	69	85	770	254	516	גליל מערבי	
32	30	95	431	101	330	גליל תחתון	
57	50	84	2,002	920	1,082	סה"כ	
69	54	67	1,205	870	335	החוף	מרכז
60	52	65	638	377	261	ההר-עדולם	
79	76	55	134	134	0	מנשה-שרון	
66	55	65	1,977	1,381	596	סה"כ	
25	25	86	1,425	765	660	נגב צפוני - מערבי	דרום
23	23	76	628	289	339	הר הנגב	
25	25	84	2,053	1,054	999	סה"כ	
			6,032	3,355	2,677	סה"כ ארצי	

מקורות הנתונים:
 תאי המיפוי והמידע המרחביים
 חוליות הסקר במרחבים

גידול צמחי וטיבר (*Vetiveria zizanioides*) לייצוב קרקע: פיתוח ממשק גידול המתאים לתנאי הארץ*

נתיב דודאי, אלי פוטיבסקי, דוד חיימוביץ - היחידה לצמחי תבלין ובושם, מרכז מחקר נוה-יער, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, נוה-יער nativdud@volcani.agri.gov.il

מני בן-חור - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן meni@volcani.agri.gov.il

תקציר

צמח הטיבר (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) הוא עשב רב-שנתי ממשפחת הדגניים, נפוץ באזורים טרופיים וסוב-טרופיים, ויכול לשמש כמייצב קרקע. למרות יתרונותיו הרבים בייצוב קרקע ומדרונות, הוא אינו מצוי בשימוש רב באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כמו ישראל. מטרת המחקר המוצג כאן היא לבחון את גידולו של הטיבר בתנאי סביבה שונים על מנת לפתח ממשק גידול המתאים לתנאי הארץ. במחקר נבחנה ההשפעה של טיפולים שונים על ההתפתחות והגדילה של הטיבר, כגון מועד שתילה, קציר ושריפה של נוף הצמחים, סוג מצע הגידול, תנאי טמפרטורה ואורך יום וגידול בתנאי השקיה או בעל. נמצא שהוטיבר גדל ומתפתח היטב בתנאי הארץ. ניתן לשתול אותו בכל עונה, אם כי בתנאי השקיה כדאי להקדים את השתילה לאביב או לתחילת הקיץ כדי שהצמחים יהיו מפותחים מספיק לקראת החורף הבא. איחור בשתילה עלול לגרום לכך שהצמחים יהיו קטנים ובעלי ציפת שורשים לא מפותחת מספיק למניעת סחף קרקע בחורף הראשון. הטיבר מסוגל לגדול ולהתפתח במגוון רחב של סוגי קרקע ומצעי גידול, כולל סלע גיר גרוס ("מחלוטה"). לפי התוצאות שהתקבלו בעבודה זו, נמצא שיש יתרון, מבחינת מופע הצמח, לקציר הנוף במשך הקיץ. בניסויים בתנאים מבוקרים, העלאת טמפרטורת היום ל-21°C והלילה ל-21°C גרמה, באופן כללי, להגדלת הצימוח של צמחי הטיבר בתנאי יום קצר או ארוך. הגדלת הצימוח התבטאה בהגדלת שיעור ההתארכות של נוף הצמחים בשלבי הגידול הראשונים, בגובה סופי רב יותר של הצמחים ובהתפתחות של מספר חותלות רב יותר.

מבוא

לנגר עילי ולסחף יש השלכות הנדסיות, אגרונומיות וסביבתיות: סחף קרקע יכול לגרום לפגיעה בתשתיות קרקעיות, נגר וסחף משטחים חקלאיים גורמים לאיבוד של מים וקרקע פוריה מהשדה ולתנועה אופקית מוגברת של מזהמים וסדימנטים * מפירסומי מינהל המחקר החקלאי 12/1/2003, המאמר עבר ביקורת מדעית.

לעבר מקורות מים עיליים. את האמצעים לייצוב מדרונות ולהקטנת נגר עילי וסחף ניתן לחלק לשלושה סוגים עיקריים: 1. אמצעים מכאניים הנדסיים, כגון רשתות ותעלות ניקוז מבוטנות; 2. שימוש במטייבי קרקע, כגון גבס ופולימרים; 3. שימוש בצמחים כמייצבי קרקע (Agassi & Ben-Hur, 1992). הצמחים המקובלים כמייצבי קרקע הם שיחים וצמחים משתרעים, כגון *Myoporum parvifolium*, *Grevillea oleoides*, *Grevillea brachystachya*, *Callistemon phoeniceus*, *Eremophila maculata*, *Cassia eremophila*, (Agassi & Ben-Hur, 1992).

נוכחות של צמחים אלו במדרונות יכולה לייצב את הקרקע ולהקטין את הנגר העילי ואת סחף הקרקע בשלושה מנגנונים עיקריים:

1. שורשי הצמח מהווים עוגן שמחזיק את חלקיקי הקרקע ומייצב אותם. כתוצאה מכך, פוחתים גלישת קרקע לאורך מדרון והרס גדות נחלים הנגרמים על-ידי זרימת מים באפיק.
2. שורת צמחים שנסתלת אופקית בניצב למדרון מהווה חסם חלקי, שלוכד את מרבית הסחף אך מאפשר למי הנגר העילי לעבור את שורת הגידול. במקרה זה, מהירות זרימת הנגר העילי קטנה, וכתוצאה מכך מתארכת השהיה של מי הנגר על-פני הקרקע וגדלה כמות המים החודרת אליה. הקטנת כמות הנגר ומהירותו מקטינה גם את כמות הסחף על-ידי הקטנת כושר הנשיאה של מי הנגר ויכולת החתירה (erosivity) שלו.
3. נוף צפוף של צמחים מחפה את פני הקרקע כנגד מכות טיפות הגשם, ומונע הרס תלכידים והיווצרות קרום בפני השטח; התפתחות קרום כזה מקטינה את כושר החידור של הקרקע למים ומגדילה את הנגר העילי הגורם לסחף מוגבר (Ben-Hur et al., 1992). החיפוי מונע גם ניתוק (detachment) של חלקיקי קרקע מגוף הקרקע, המהווה גורם ראשוני בהיווצרות סחף.

הטיבר (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) הוא עשב רב-שנתי ממשפחת הדגניים, שנפוץ באזורים טרופיים

לפני כ-15 שנה הובא לארץ חומר ריבוי של נְטִיבֵר. הצמחים נשתלו בחלקות ניסוי בנוה-יער, והתפתחו באופן מהיר יחסית. הצמחים חיים עד היום בלי לייצר זרעים או להתפשט לצדדים. גובהם הגיע לכ-2 מ', והוא ניתן לשליטה על-ידי גיזום בהתאם לדרושה. בניסיונות במכון לשורשים באוניברסיטת תל-אביב (ע' אשל, לא פורסם), נמצא שסבך ציצת השורשים בגידול אירופוני (ללא מצע קרקע) הגיע לאורך של יותר מ-2.5 מ' ולקוטר של 0.4 מ'.

למרות היתרונות הרבים של הנְטִיבֵר בייצוב קרקע ומדרונות, צמח זה אינו מנוצל באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כמו ישראל, עקב חוסר ידע בממשק הגידול שלו בתנאי אקלים של הארץ. לכן, מטרת המחקר המוצג במאמר זה היתה לבחון גידול של נְטִיבֵר בתנאים שונים כדי לפתח ממשק המתאים לתנאי הארץ.

חומרים ושיטות

שתילי נְטִיבֵר ששימשו למחקר גודלו בנוה-יער מייחורים מושרשים, שהתקבלו מפיצול צמחי אם. ממשקי הגידול שנבחנו בעבודה זו כללו את הניסויים הבאים:

מועד השתילה

במטרה לבחון את מועד השתילה האופטימאלי לגבי הנְטִיבֵר, נשתלו בשדה פתוח בתחנת הניסיונות בנוה-יער 48 שתילים בכל חודש לערך, החל מאוקטובר 2000 ועד ספטמבר 2001. השתילה נעשתה בשתי שורות גידול לערוגה ובמרווחים של 0.25 מ' בין כל שתיל בשורה. הצמחים הושקו בטפטוף (קו טפטוף לשתי שורות גידול) אחת לשבוע בחודשי הקיץ בלבד, בכמות שנקבעה לפי מקדם גיגית של 0.7; לא ניתן דשן בכל תקופת הגידול. גובה הצמחים בכל חלקות הגידול נמדד במועדים שונים עד 200 יום לאחר השתילה.

השקיה וטיפולים בנוף הצמחים

הניסוי הנוכחי התבצע בשדה פתוח בנוה-יער וכלל שני טיפולים ראשיים: עם השקיה ובלעדיה; ושישה טיפולי משנה של קציר ושרפת הנוף. בכל הטיפולים צמחי נְטִיבֵר נשתלו ב-4 באפריל 2000 והושקו לביסוס עד ל-25 באוגוסט 2000 כמתואר לעיל. לאחר מועד זה, חצי מחלקות הטיפול המשיכו לקבל השקיה בחודשי הקיץ כולל הקיץ העוקב בשנת 2001 (טיפול מושקה) ובשאר החלקות הופסקה ההשקיה כליל לאחר התבססותם (טיפול בעל). כל הצמחים גודלו ללא תוספת דשן. כל חלקת טיפול כללה ערוגה באורך של 3 מ' שנשתלו בה 14 צמחים בשתי שורות גידול, עם מרווח של 0.5 מ' בין הצמחים בשורה. בכל טיפול ראשי נעשו טיפולי משנה שכללו קציר של נוף הצמח בגובה 0, 5, 15 ו-30 ס"מ מעל פני הקרקע, שרפת נוף וטיפול ביקורת - צמחים שבהם הנוף לא טופל כלל. הקציר והשרפה של הנוף נעשו ב-12 ליוני 2001. שרפת הנוף נעשתה על-ידי הבערתו בעזרת נפט על מנת לקבל שרפה מלאה של הנוף. גובה הצמחים בכל חלקות הגידול נמדד במועדים שונים.

וסוב-טרופיים, בעיקר בהודו, במיאנמר (בורמה) ובסרי-לנקה (צ׳יילון), משם הועבר דרך דרום-מערב אסיה לאזורים טרופיים באפריקה (Maffei, 2002). שורשי הצמח משמשים להפקת שמן אתרי משובח ובשמים. הנְטִיבֵר גדל כשיח, אינו מעכב גידולים שכנים ואינו מתרבה ומתפשט מזרעים, כך שהוא לא יכול להפוך לעשב רע בשדות חקלאיים. שיח הוטיבר מתפצל לחותלות, על ידי כך נפח נוף הצמח מתרחב וכושרו לחפות את פני הקרקע גדל.

הנְטִיבֵר ידוע בעולם גם כצמח מייצב קרקע, המונע נגר וסחף ממדרונות בצידי דרכים, משדות חקלאיים ומגדות נחלים ומייצב דיונות חול. שורשיו מפותחים ועמוקים (איור 1), והם מקנים לו יתרון כצמח עוגן האוחז את הקרקע ומייצב את המבנה שלה, ענפיו ארוכים (איור 2) מאפשרים לו לשמש כבולם סחף קרקע לאורך המדרון, והנוף הצפוף מהווה חיפוי למניעת היווצרות קרום.



איור 1. ציצת שורשים של נְטִיבֵר.
Fig. 1. Root system of Vetiver plants.



איור 2. צמחי נְטִיבֵר במדרון לאורך כביש.
Fig. 2. Vetiver plants on the slope along road highway.

הצמחים גרמה לשיעור צמיחה איטי יותר. מאוור 3 ניתן להסיק, שיש לשתול את הצמחים בחורף על מנת לקבל צימוח מהיר של צמחי הוטיבר בשנת הגידול הראשונה. עם זאת, חשוב לציין, שאין תלות חיובית מלאה בין גובה צמחי הוטיבר 200 יום לאחר השתילה לבין גובהם הסופי. בתנאי בעל יש יתרון נוסף לשתילת צמחי הוטיבר בתחילת החורף. במקרה זה, הצמחים יכולים לנצל את מי הגשמים להתבססות ולגדילה, ועל-ידי כך להגדיל את הסיכוי שלהם לעבור את הקיץ היבש. בתנאי השקיה, לעומת זה, יש יתרון בשתילת צמחי וטיבר בתחילת הקיץ. במקרה זה, לצמחים יש מספיק זמן לגדול ולהתפתח ולהגיע במיטבם לקראת החורף, ועל-ידי כך פעולתם כמייצבי קרקע במשך החורף היא מרבית.

גובה הצמחים כתלות בתנאי השקיה או בתנאי בעל ולאחר טיפולי נוף שונים מובאים באיור 4. טיפולי הנוף נעשו ב-12 ליוני 2001, וכללו קציר של הצמחים בגבהים שונים או שרפתם. מדידות גובה הנוף המובאות באיור 4 נעשו במועדים שונים לאחר מועד הקציר או השרפה של הצמחים. בתנאים מסחריים, הקציר של נוף הצמחים יכול להיעשות באופן מכוון, או באופן לא מכוון, על-ידי שרפה מקרית או אכילה של הנוף על-ידי בעלי-חיים. באופן כללי, בכל הטיפולים הצמחים שגודלו בהשקיה היו גבוהים יותר מאשר הצמחים שגודלו בתנאי בעל (איור 4). בטיפול הביקורת (צמחים שלא נקצרו או נשרפו), הגובה הממוצע של הצמחים המושקים והלא מושקים ב-8 ליוני 2001 היה דומה. חודשיים לאחר מכן, ב-7 באוגוסט גובה הצמחים המושקים היה 2.24 מ' לעומת 1.94 מ' של הלא מושקים. הצמחים המשיכו לגדול וב-4 בינואר 2002 הגיע הגובה הממוצע של הצמחים המושקים והלא מושקים ל-2.71 ו-2.18 מ', בהתאמה (איור 4).

לאחר הקציר והשרפה התחדשו כל הצמחים וצמחו מהר יחסית

גידול בקרקעות ובמצעי גידול שונים

דליים בנפח של 10 ליטר מולאו בקרקעות או במצעי גידול שונים, הצפויים באתרים שדורשים ייצוב: גיר גרוס המשמש כחומר מילוי ("מחלוטה"), שהובא ממדרון ממפעל "נילית" ממגדל העמק, חמרה, קרקע חרסיתית מנוה-יער, קרקעות מעורבות לא מוגדרות ממחלפי "רמלוד" ו"ירקון", ותערובת גידול של כבול, ורמיקוליט וטוף נקי מהגולן (1:1:1). בכל דלי נשתל צמח וטיבר אחד ב-7 ביוני 2001, וכל סוג קרקע או מצע גידול נבחן בשלוש חזרות (3 דליים). בתחילת הגידול ניתנה השקיה יומית ללא דישון עד הקציר הראשון של נוף הצמחים ב-9 בספטמבר 2001. לאחר מכן, ההשקיה כללה גם תוספת של דשן נוזלי ("שפר" 5:3:8 תוצרת דשנים) עד לקציר השני, ב-6 בנובמבר 2001. רמות הדשן ומנות ההשקיה במשך כל תקופת הגידול היו אחידות בכל טיפולי הקרקע ומצעי הגידול השונים.

גידול בתנאים מבוקרים בפיטוטרון

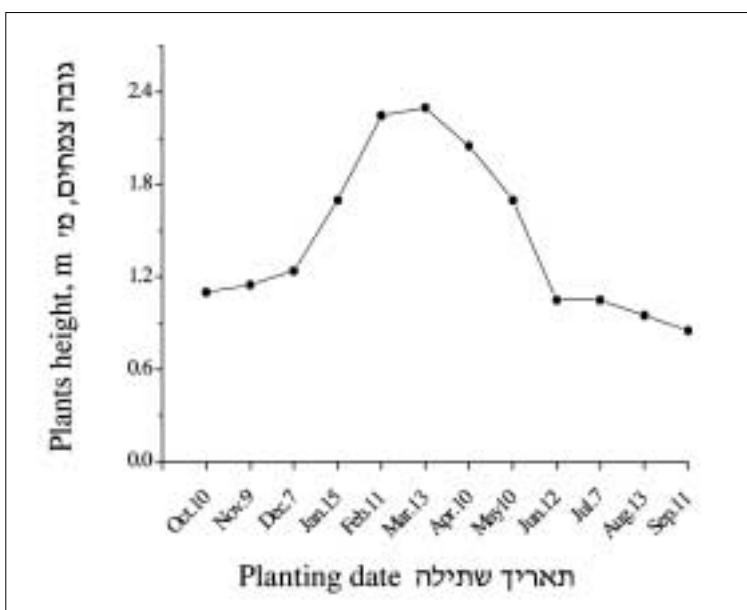
הניסוי נערך בפיטוטרון – מערכת חממות מבוקרות – במרכז וולקני. שתילי וטיבר נשתלו בעציצים בנפח 2 ליטר כל עציץ עם מצע גידול של תערובת של טוף וכבול ביחס נפחי של 1:1. ההשקיה ניתנה בכל יום בטפטפות מתוסתות של 2 ל' / ש', טפטפת לכל עציץ. הדישון ניתן באופן פרופורציוני עם מי ההשקיה על-ידי תוספת של 0.2% תמיסת דשן N:P:K ביחסים של 5:3:8, בהתאמה, ותוספת של יסודות קורט. לאחר שלושה שבועות גידול הצמחים הוכנסו לפיטוטרון והופעלו עליהם טיפולים שונים, שכללו שני טיפולים ראשיים של אורך יום: יום קצר – 10 שעות אור, ויום ארוך – 20 ש' אור (10 ש' אור יום ועוד 10 ש' בהארה מלאכותית). בכל טיפול ראשי נבחנו חמישה תחומי טמפרטורת יום–לילה שונים: 21-29, 18-26, 15-23, 12-20 ו-9-17 מ"צ. כל הטיפולים נעשו ב-4 חזרות (4 עציצים). הצמחים בפיטוטרון גודלו במשך 23 שבועות, כאשר בטיפול הטמפרטורה של 18-26 ו-21-29 מ"צ ההשקיה ניתנה פעמיים ושלוש פעמים ביום, בהתאמה, עקב טרנספירציה גבוהה בטיפולים הללו.

תוצאות ודיון

בצורת הצימוח האופיינית לטיבר, שיעור הגידול של נוף הצמח (תוספת גובה ביחידת זמן) מהיר יחסית בתחילת הגידול, והוא מואט והולך עם הזמן עד לגובה הסופי של הצמח. גבהים ממוצעים של צמחי וטיבר, 200 יום לאחר השתילה, כתלות במועד השתילה מובאים באיור 3. גובה זה של הצמחים יכול לשמש כמדד לשיעור הצמיחה של הוטיבר בשנת הגידול הראשונה. מאתיים יום לאחר השתילה, הצמחים שנשתלו בחודשים פברואר ומרץ היו הגבוהים ביותר, 2.3 ו-2.4 מ', בהתאמה (איור 3). שתילה מוקדמת או מאוחרת יותר של

איור 3. גובה ממוצע של צמחי וטיבר, 200 יום לאחר שתילה, כתלות במועד השתילה.

Fig. 3. Average heights of Vetiver plants after 200 growing days as a function of their planting date.



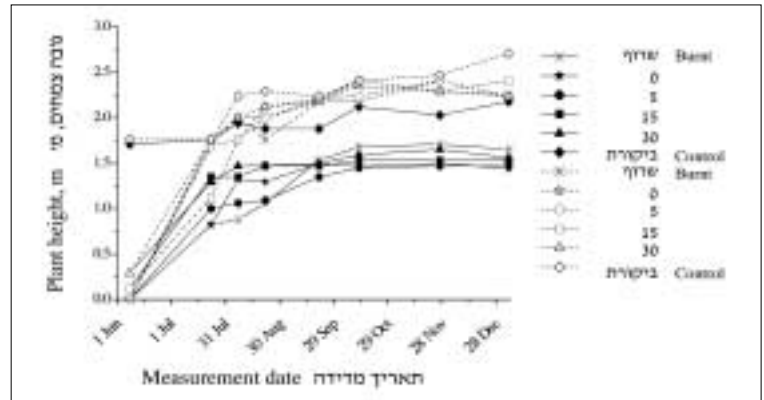
איטי ביותר, ונעצר כמעט כליל בנובמבר, עם הופעת פרחים ראשונים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בגובה הצמחים בין טיפולי הקציר והשרפה השונים בכל אחד מהטיפולים הראשיים, בתנאי השקיה או בעל (איור 4). הגובה הממוצע הסופי של הצמחים לאחר טיפולי הנוף השונים בתנאי השקיה היה 2.35 מ' לעומת 1.5 מ' בתנאי בעל. בצמחים המושקים לא היתה לטיפולי הקציר ושרפת הנוף השפעה מובהקת על גובה הצמחים הסופי לעומת הצמחים שלא נקצרו או נשרפו (ביקורת). לעומת זאת, בצמחים שגדלו בעל, הקציר או שרפת הנוף גרמו להתפתחות נוף חדש שגובהו הממוצע היה נמוך באופן מובהק מאשר גובה הצמחים בטיפול הביקורת. מאידך גיסא, מבחינת המראה, הצמחים הקצורים או השרופים שהתחדשו נראו רעננים, זקופים וירוקים בעוד שהצמחים שלא נקצרו היו בעלי קצוות יבשים והחלה בהם רביצה. ניתן להסיק מכך, שבממשק בעל, לקציר נוף הצמחים באביב יש יתרון מבחינה חזותית ואסתטית. כמו כן, קציר אביבי מדי שנה עשוי לתרום להקטנת סכנת שרפה בלתי רצויה. למרות שנערך דימוי שרפה, יש לציין שהטיבר אינו נדלק בנקל: כדי לשרוף את הצמחים, אפילו כאשר היו בעלי קצוות יבשים, היה הכרח להשתמש בדלק (נפט). בממשק של קציר, רצוי למצוא שימושים לחומר הנקצר. בבחינה ראשונית נמצא שהערך התזונתי של נוף הצמחים לבעלי-חיים הוא נמוך יחסית, ומשתווה לקש. אולם, כדאי לבחון את תכונותיו גם כחיפוי אורגני לקרקע או כרכיב בייצור קומפוסט. נבחנת גם האפשרות להשתמש בו כענפי קישוט. הגובה, מספר ההתפצלויות בצמח (מספר חותלות) והמשקל הטרי של הנוף של צמחי וטיבר שגדלו בקרקעות ובמצעי גידול שונים לאחר שני קצירים מובאים באיור 5. בכל הקרקעות ובמצעי הגידול השונים, גדלו צמחי וטיבר והתפתחו יפה, מלבד במצע הטוף, שבו הם סבלו מאוד (איור 5). המסקנה המעשית מתוצאות אלו היא, שהטיבר מסוגל לגדול ולהתפתח במגוון רחב של קרקעות ומצעי גידול, כולל בסלע גיר גרוס. התפתחות הצמחים בקרקע החרסיתית מנוה-יער היתה הטובה ביותר. הדבר נבע כנראה מכוסר תאחיות מים וקיבול קטיונים חליפיים גבוה יותר בקרקע זו לעומת שאר הקרקעות ומצעי הגידול. כתוצאה מכך, כמות המים וחומרי ההזנה שעמדו לרשות הצמחים בקרקע החרסיתית היתה גבוהה יחסית, ואפשרה את התפתחותם המהירה. דישון הצמחים לאחר הקציר הראשון צמצם במידה מסוימת את ההבדלים בגובה ובמשקל הטרי של נוף הצמחים, בין הקרקע החרסיתית מנוה-יער לעומת שאר הקרקעות והמצעים. ממשק ההשקיה והדישון שנבחר בניסוי זה היה אחיד בכל הטיפולים. אולם ניתן להניח, שהתאמת משטר ההשקיה והדישון לתכונות הקרקע או למצע הגידול תשפר עוד את הגדילה וההתפתחות של הצמחים גם אם המצע נחות יחסית.

באיור 6 מוצגת השפעת הטמפרטורה ואורך היום על גובה נוף הצמחים ומספר החותלות, במשכי גידול שונים מיום הכנסת

(איור 4); הצימוח היה מהיר במיוחד בחודש הראשון לאחר הקציר או השרפה; לאחר מכן המשיכו הצמחים המושקים בצימוח מהיר, בעוד שהצימוח של הצמחים הלא מושקים הואט. בספטמבר ובאוקטובר היה קצב הצימוח של כל הצמחים

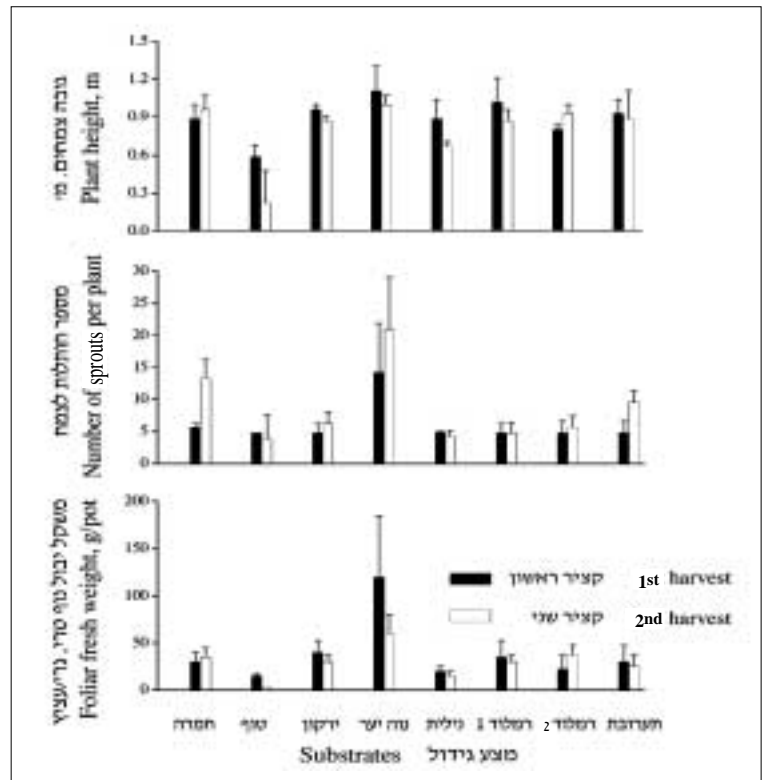
איור 4. גובה ממוצע של צמחי וטיבר שגודלו בתנאי השקיה (קווים מקוקווים) או בתנאי בעל (קווים רציפים) לאחר קציר או שרפת נוף הצמחים, כתלות בזמן המדידה (המספרים במקרא מציינים גובה הקציר של נוף הצמחים מעל פני הקרקע בס"מ).

Fig. 4. Average height of Vetiver plants, after different foliage treatments, under irrigation (dash lines) and rain-fed (solid lines) conditions.



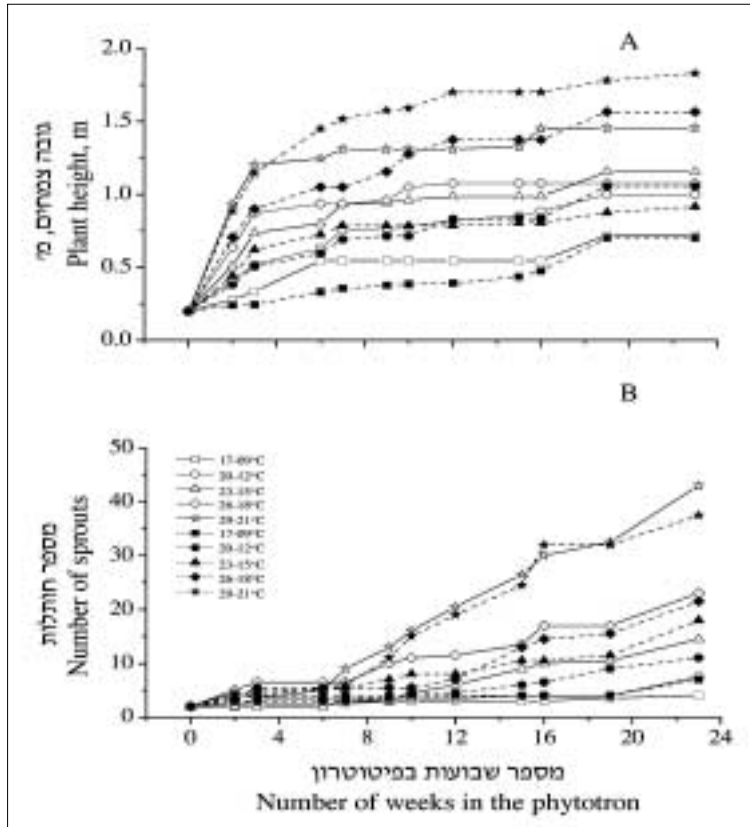
איור 5. גובה צמחים ממוצע, מספר החותלות (ההתפצלויות), ומשקל טרי של הנוף של צמחי וטיבר שגדלו בקרקעות ובמצעי גידול שונים לאחר קציר ראשון בתאריך 9.9.01 וקציר שני בתאריך 6.11.01.

Fig. 5. Height, number of sprouts and fresh weight of Vetiver foliage plants, grown in various substrates and after two harvests.



איור 6. גובה צמח ממוצע מספר החותלות (ההתפצלויות) של צמחי וטיבר שגודלו בתנאי יום ארוך (קווים מקווקווים) ויום קצר (קווים רציפים) בטמפרטורות יום ולילה שונות כתלות במספר השבועות מהכנסת הצמחים לפיטוטרון.

Fig. 6. Plant height and sprout number per plant, during the Vetiver growing season in the phytotron.



הצמחים לפיטוטרון. הצמיחה לגובה של הצמחים בכל הטיפולים היתה נמרצת במשך ששת השבועות הראשונים, ולאחריהם פחת קצב הגידול. העלאת הטמפרטורה גרמה, באופן כללי, להגדלת הצמיחה גם בתנאי יום קצר וגם ביום ארוך. הגדלת הצמיחה התבטאה בהגדלת קצב ההתארכות של הנוף בששת השבועות הראשונים, בגובה סופי רב יותר של הצמחים ובהתפתחות של מספר חותלות רב יותר. התפתחות חותלות בצמח גורמת להתרחבות הנוף. מכאן, שמספר החותלות לצמח יכול לשמש כמדד לאפקטיביות הצמח לשמש חיפוי למניעת קרום. מספר החותלות גדל, באופן כללי, עם משך הגידול: התוספת במספר החותלות היתה קטנה בתחילת הגידול וגדלה באופן מעריכי (אקספוננציאלי) בהמשכו. השפעת הטמפרטורה על מספר החותלות היתה משמעותית ביותר עם עליית הטמפרטורה לתחום הגבוה ביותר שנמדד.

לאורך היום המושרה היתה השפעה לא עקבית על התפתחות הצמחים (איור 6). בתחומי הטמפרטורות הגבוהות, 21-29 ו-18-26 מ"צ, הגדלת אורך היום ל-20 שעות אור לעומת 10 שעות אור גרמה לצמחים להגיע לגובה סופי רב יותר. בטמפרטורות הנמוכות יותר, לעומת זאת, הארכת היום לא השפיעה על גובה הצמחים או אף גרמה להקטנת הנוף. אורך היום לא השפיע על מספר החותלות שהתפתחו בכל תחומי הטמפרטורה שנבחנו.

סיכום

המחקר בדק במערכות מבוקרות התפתחות וטיבר בתנאים אופייניים לתנאי הארץ. מהתוצאות עולה, שהצמח גדל ומתפתח היטב בתנאי הארץ, אולם יש להמשיך לבחון את התפתחות הצמחים בקרקעות שונות, ורצוי באזור הגידול עצמו, תוך התאמת משטרי השקיה ודישון לכל סוג קרקע.

הבעת תודה

תודתנו לקרן הקימת לישראל ולקרן המחקר Cooperative Development Research Program (CDR/CAR), research No. CA15-011 על תרומתן למימון המחקר.

מקורות

Agassi, M., & M. Ben-Hur. 1992. Stabilizing steep slopes with soil conditioners and plants. *Soil Tech.* 5: 249-256.
 Ben-Hur, M., R. Stern, A.J. van der Merwe & I. Shainberg. 1992. Slope and gypsum effects on infiltration and erodibility of dispersive and nondispersive soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1571-1576.
 Maffey, M. 2002. Introduction to the Genus *Vetiveria*. In: Maffey, M. (Ed.): *Vetiver*, Tylor and Francis, London.

עוד על "צמחי מפלט"

אבינעם דנין
המכון למדעי החיים
האוניברסיטה העברית בירושלים 91904

מאמרם המעניין של כסלו ושמוני (2004) לימדני רבות על מציאתם של שרידי ערער אדום במקומות שונים בארץ ובשכנותיה. שמחתי ללמוד כי נמצא מונח נאות בעברית ל"רליקטים" (relicts). אמור מעתה "צמחי מפלט" וטוב הוא. הצטערתי על כי בעבר לא הדגשתי יותר את עובדת מציאתם של נבטי העצים ששרדו במדבריות של הר הנגב, סיני ואדום. כך השתרשה בציבור דעה מוטעית, שהללו לא נובטים או לא שורדים ועל כן עשויים להיכחד לנגד עינינו. היות שראיתי במו עיני מאות רבות של נבטי אלה אטלנטית (בהר הנגב), ערער אדום (בצפון סיני ובאדום) ואלה פרסית (בדרום סיני) אני רואה לעצמי חובה לחזור ולהדגיש ממצאים אלה, בתקווה שתיפסק "הרכילות" על העדר נביטה של עצים במדבר.

במחקר שערכתי בשנות השישים מצאתי באגן נחל אלות ונחל לוף נבטי אלה אטלנטית. בדקתי את גילם בעזרת חתכים וספירת טבעות שנתיות ומצאתי בני 3, 30, 150 שנים ואחרים בני גילים נוספים. בהשוואה לעצים בני 800-1000, עץ בן 150 שנה יכול להיחשב כ"נבט". בשנות השמונים השתתפתי בסקר נוף לקראת שובו של צה"ל לנגב (מסיני). שוב ראיתי עשרות נבטי אלה אטלנטית, והפעם היה זה באגן ההיקוות של נחל אלה, נחל עקרב ונחלים סמוכים. במאמרנו (דנין ואורשן 1970) ובספרי (דנין 1967; 1983; Danin) הדגשתי את בתי הגידול בהם מצויים העצים ונבטיהם. אלה הם בראש וראשונה משטחי סלע חלקים, ערוצים מסדר ראשון וערוצי נחלים גדולים, שבאגן ההיקוות שלהם יש משטחי סלע חלקים מרובים. בשנים 1999 עד 2003 השתתפתי במחקר שנערך בהר הנגב הגבוה בתמיכת משרד המדע ורוכז בידי ד"ר יואב אבני. במחקרנו, שנמסר למממן בחוברת דלת-תפוצה (אבני וחוב' 2003), תיעדנו עשרות עצי אלה צעירים שנמצאו בסמיכות לסלעים. כמו כן נצפו עצים צעירים בערוצים מסדר 1, 2, 3 ו-4 במערכות של נחל ניצנה עליון, נחל אלות, נחל לוף ונחל אליצור. בנחל לוף עצמו, בקטע בו הוא ערוץ מסדר 5 או 6 מצויים עצים זקנים, אך לא גילינו עצים צעירים. בסעיפיו יש צעירים למכביר ומפתיע היה לגלות גם כמה שיחים קטנים של אלה אטלנטית שנבטו על טרסות נחל עתיקות של נחל לוף. הם גדלו בתשתית עתירת לס ללא סלעים בקרבתם. שיחים אלה נראו לנו מנוונים וכ"נידונים למות" באחת משנות הבצורת הבאות בהעדר מקור לנגר עילי מספיק עבורם. המסקנה המתבקשת – יש נביטה והתבססות של עצי אלה אטלנטית בתחום העולה על רום 800 מ' מעל פני הים, ובמיוחד בשטח שבו מצויים משטחים גדולים של סלעים חלקים. צפיפות הנבטים במדבר שונה מזאת שאפשר לראות במורדות הגליל אל עבר קרית-שמונה או בבית הקברות ממילא שבירושלים, אך היא בהחלט מרשימה כשלעצמה. מצאנו גם עצים מתים או גוססים. עץ אחד נפל מהמדרון הסלעי לאחר כ-800 שנות חיים, כנראה בסופה שהתרחשה במרץ 2002. קבענו זאת לפי שרידי עלים, פירות צעירים ומצב הצמיחה שבו היה העץ במוותו. שלושה עצים זקנים אחרים התנוונו מסיבות לא ברורות, ובחולשתם נגעו בהם דרנים (זחלים) של החיפושית יקרונית. כמות גדולה של שרף צהוב שהתקשה וטיפותיו נותרו על גזעי עצים אלה הסגירו את גסיסתם האיטית.

בדרום סיני קיים מצב דומה בעצי האלה הפרסית (*Pistacia khinjuk*). אלפי עצים בגילים שונים נמצאו באזור השחון של הרי דרום סיני, אך תמיד בזיקה אל סלעי גרניט חלקים שהנגר מהם איפשר להם לשרוד. על כך כתבתי במפורט במאמרים ובספרים (דנין 1963; 1981; Danin). כך גם המצב לגבי עצי ערער אדום בהרי צפון סיני, כמצוין במאמרם של כסלו ושמוני (2004), המביאים את מפותי (המשופרות) במאמרם. באדום המערכת של עצים ששרדו שנויים אקלימיים כוללת את שלושת המינים שזכרו למעלה וכן עצי אלון מצוי, חרוב, עוזרר ואחרים. סלעי המפלט באדום עשירים יותר גם במלווים שאינם עצים, אך עקרונות התפוצה שזכרו למעלה מתקיימים גם שם. דנתי בכך במפורט במאמרי (Danin 1999a, 1999b). זכיתי לראות את אחרון הקטלבים ששרד בסביבת פטרה. סביר שעקב בדידותו והאקלים השחון כיום, לא ימצאו נבטים של הקטלב במקום זה.

מקורות

אבני י', דנין א', ואמית ר' 2003. אוכלוסיית עצי אלה אטלנטית כפוטנציאל לפיתוח תיירות אקולוגית בהר הנגב – מגמות של הכחדה ושימור; דו"ח מסכם תלת שנתי מוגש למשרד המדע. 49 עמ'.
דנין, א', 1969. אלות בסיני. טבע וארץ יא': 164-166.
דנין, א', 1970. עצי שקד בנגב וביהודה. טבע וארץ יב': 71.
דנין, א', 1977. הצומח בנגב (מצפון לנחל פארן). ספרית הפועלים, תל אביב.

דנין, א', 1997. זיתים, קטלבים ומינים נוספים בהרי אדום. אקולוגיה וסביבה 4: 96-95.
דנין, א', 2000. סלעי מדבר – מקלט לצמחים שיבש עולמם. נופי ארץ-ישראל, ספר עזריה אלון, הוצאת אריאל והחברה להגנת הטבע, 200-198.
דנין, א', 2000. צמחים בסלעי המדבר. מדע 2000 16:26-19.
דנין, א' ואורשן, ג' 1970. תפוצת עצי בר בהר הנגב הצפוני והדרומי. ליערן. 98-91:20.
כסלו, מ' ושמחוני, א' 2003. ערער אדום כאזרח הארץ בתקופה הרומית – התמודדות של צמחי מפלט עם תהליכי הכחדה. יער 4, 47-53.

Danin, A. 1972. Mediterranean elements in rocks of the Negev and Sinai Deserts. Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 31: 437-440.
Danin, A. 1983. Desert Vegetation of Israel and Sinai. Cana, Jerusalem.
Danin, A. 1999a. Desert rocks as plant refugia in the Near East. Bot. Rev. 65(2): 93-170.
Danin, A. 1999b. Sandstone outcrops - a major refugium of Mediterranean flora in the xeric part of Jordan. Israel J. Plant Sci. 47: 179-187.

לזכרו



אמין חאג' סברי ז"ל

אמין גר בכפר רמה שבגליל, סמוך לביתו של אביו עאהד חג' שכולנו מכירים ומוקירים. אמין היה דור שלישי לעובדי יעור – סבו, אביו של עאהד עבד כיערן בשרות אגף הייעור בממשלת המנדט.

לאמין היתה אישיות דומיננטית וכובשת. העיניים הכחולות הבורקות תמיד, החיוך המלא, האנרגיה שזרמה ממנו – אי אפשר היה להשאר אדיש אליו. את מקומו בקרב עובדי השדה של גוש ביריה-חזון הוא תפס באופן טבעי לגמרי. כושרו הארגוני בתוספת מרצו הבלתי נדלה משכו אליו באופן טבעי את כל הנושאים שדרשו טיפול והתייחסות.

תחילה ניהל אמין את רישום דוחות העבודה היומיים של עובדי השדה אבל מהר מאוד מונה להיות האחראי על עבודת הקבלנים, כולל העבודה הביורוקרטית הרבה הקשורה לנושא. בימי הקיץ מילא אמין את התפקיד החשוב של ניהול מערכת התורנויות נגד אש בגליל העליון וברמת הגולן, כולל: הכנת תוכניות חודשיות, שיבוץ צוותי כבאיות, נהגים, תצפיתנים והסעות. בקשות זרמו אליו בכל יום והוא סיפק את רצון כולם בשקט ובבטחה; מדריכים, יערנים, פקחים – כולם ידעו שיש על מי לסמוך בימי חול, בשבתות ובחגים.

זכור לי לילה אחד שהוועקתי לשריפה ביער חזון. כשהגעתי למקום ראיתי שאוכל להשתלט על האש במרסס שלי. טלפנתי לאמין, שהיה אותו ערב בחתונה, אמרתי לו "תישאר בחתונה, אני אסתדר." כעבור כ-10 דקות מגיעה מכוננית לשריפה - אמין יורד לבוש בבגדים חגיגיים, פשט את חולצתו הלבנה, חגר מרסס לגבו ושנינו כיבינו את השריפה. כשישבנו לנוח עם תום הכיבוי, אמר לי אמין: "ידעת שאתה לבד, לא יכולתי להשאיר אותך בלי עזרה." בקשות מיוחדות שהפניתי לאמין נענו תמיד במשפט המפורסם שלו "אין בעיות". פעם שאלתי אותו בצחוק: תגייד אמין, אני אשמע ממך פעם את משפט כמו "אני לא יכול", "יש בעיות", "זה קשה לי"? אמין הסתכל אלי, צחק ואמר "אין בעיות".

כזה היה האיש, אהוב על כולם, הוריו, אשתו, שלושת ילדיו וכל עובדי קק"ל. מאיר פנים, מתחשב ותמיד מוכן לעזור. אמין אהב את מקום עבודתו והיה גאה על כך שהוא ממשיך מסורת אבות. אמין נהרג במילוי תפקידו כיערן במהלך כיבוי שרפה, ואנו עובדי קק"ל איבדנו חבר שתרם לנו רבות. השתפתונו הכנה בצער המשפחה.

יוסף קרני

עידן חדש ביחסי הקרן הקימת לישראל ורשות הטבע והגנים

הקרן הקימת לישראל ורשות הטבע והגנים (רט"ג) הם שני האירגונים הירוקים במדינת ישראל, העוסקים בניהול של שטחים פתוחים.

למרות השוני ה"היסטורי" בין שני הארגונים, התרחשה בשנים האחרונות התקרבות רעיונית בגישה כלפי ניהול משאבי טבע: מצד אחד – קק"ל הטמיעה תפיסות אקולוגיות מתקדמות תוך הדגשת חשיבות גוברת והולכת לתהליכים טבעיים, ורואה עצמה כגוף שעניינו ניהול השטח על כל היבטיו. ביטוי חד-משמעי לתפיסה זו נמצא ב-תמ"א/22 – תכנית המיתאר הארצית ליער ולייעור – שנערכה על-ידי קק"ל, אשר כוללת 1.6 מליון דונם, שמתוכם 40% הם שטחים טבעיים לשימור ולטיפוח. מצד שני – האיחוד בין רשות שמורות הטבע ורשות הגנים הלאומיים הביא את הגוף המאוחד רשות הטבע והגנים לתפיסה משולבת, של שמירה על הטבע וניהול אתרים קולטי קהל למטרות נופש-בחיקה-הטבע (נב"ט) וביקור באתרים היסטוריים. כל אחד מהארגונים רואה את עצמו מוכשר וראוי לניהול קשת רחבה של סוגי שטחים, מרמת שימור מוחלט ועד פיתוח אינטנסיבי לנב"ט, ומטבע הדברים מעוניין לנכס לעצמו חלק מהשטחים שנשלטים סטוטורית ע"י הגוף האחר. נוצרה בעיה ביערות נטועים, המיועדים בתמ"א/8 (תוכנית המיתאר הארצית לגנים לאומיים, שמורות טבע ושמורות נוף) מצד אחד, ובחלק משטחי "יער טבעי לשימור" שבתמ"א/22 מצד שני.

תחרות זו על שליטה בשטחים הפתוחים גרמה בשנים האחרונות לשיתוק הדדי של הליכי תכנון יערות, גנים לאומיים ושמורות טבע. כל גוף "טירפד" את תכניותיו של הגוף האחר ונגרם נזק כולל ומצטבר לאינטרס של ניהול שטחים פתוחים ששני הגופים חפצים לקדם.

לפני כשנה הגיעו הנהלות שני האירגונים למסקנה ולהסכמה, שלפיה כל אחד מהם יתמקד ויתמקצע בניהול השטחים אשר מאפייניהם, ערכיותם ויעודם מתאימים לתחום פעילותו. מונה צוות ארצי משותף, שגיבש וניסח עקרונות לשיתוף פעולה. העקרונות אושרו על ידי הנהלות, והם יבוצעו בשני שלבים:

שלב א' – חתימת הסכם בין הקק"ל לרט"ג, המעביר את יערות-נטע-אדם הנמצאים בתחום גנים לאומיים ושמורות טבע לממשק כולל, מלא ועצמאי של הקק"ל;

הסכמה על שיתוף פעולה לחילופי שטחים בין הגופים, באופן שיקדם את ההתמקצעות וההתמקדות של כל גוף בתחום התמחותו. **שלב ב' –** בניית תהליכי תכנון מתואמים ומוסכמים, וחלקם משותפים; העמקת שיתוף הפעולה בפיתוח אתרים ובפעולות חינוך והסברה.

אלה עיקרי ההסכמות:

הרשות (=רט"ג) תעביר לתפעולה המלא של הקק"ל את שטחי יערות נטע-אדם הקיימים בפועל בשמורות וגנים מוכרזים כדוגמת שער הגיא, הנטוע בגן לאומי מוכרז.

ייושמו "הבנות תמ"א/22" הכוללות כ-60 אלף דונם שטחי יער או חורש טבעי לשימור, אשר נכללו בתמ"א בשלהי הכנתה, כתוצאה מפיניית רשות שמורות הטבע. סוכם שקק"ל תתמוך בהכרזה על שטחים אלה כשמורות טבע, ותסייע להגן עליהם עד שתתאפשר ההכרזה.

הרשות תתמוך בשינוי ייעודם של שטחי יערות נטע-אדם שבתחומים המיועדים לשמורות טבע או לגנים לאומיים, והם יוגדרו כיער, סטוטורית ותכנונית.

הקק"ל תתמוך בשינוי ייעוד ובהכרזה של שטחים טבעיים בתמ"א/22 והם יוגדרו כשמורת טבע. זאת בתמורה לשטחי יער בשמורות וגנים שיעודם ישונה ליער על-פי סעיף 3 לעיל וביחס חליפין של 1:1.

תהליכי תכנון והכרזה שמקדם כל אחד מהגופים, במקרקעי הגוף האחר, יבוצעו (או יקודמו) אך ורק בתיאום עם הגוף האחר ובהסכמתו.

ביום 24 לנובמבר 2003 נערך מפגש הנהלות של שני האירגונים, לציון פתיחת עידן חדש של שיתוף פעולה, ובמהלכו חתמו המנהלים הכלליים של הקק"ל ורט"ג על ההסכם. תהליך תכנון "ארץ כפירה" (אזור אבו-גוש – נטף בהרי יהודה) לשמורות טבע וליערות הוצג כדגם לתכנון חבל ארץ על-ידי צוות משותף של שני הגופים. כעת מצויים בתכנון רוב השטחים שההסכם חל עליהם.

Abstracts

FOR FIGURES, TABLES AND BIBLIOGRAPHY – SEE IN THE HEBREW TEXT.

Government Afforestation in the State of Israel – an Epilogue

Zvi Avni, Forest Department, KKL-JNF, Eshtaol
Zvikaa@kk1.org.il

In 1960 the Israeli Government's Afforestation Division was shut down. The forests and reserves it had managed, some of its manpower and most of its equipment and assets were transferred to KKL-JNF's Afforestation Department. The merger was a preliminary step in advent of the agreement (Covenant) to be signed a year later between the Government and KKL-JNF. The process of closing down the Government's forestry operations took a year and a half, and highlighted a number of crises that resulted in widespread public and media involvement.

The decision to end the Government's afforestation role and to separate forestry research from forest work stemmed chiefly from personal and organizational power struggles. Factors contributing to the decision included: the sorry state of the Government's forests due mainly to lack of resources as well as irregularities, the partial functioning and/or absences of the Division director, Dr. Amihud Goor, and the possibility of raising funds for forestry via KKL-JNF.

While the merger did solve financial and administrative problems that had impeded the Division's functioning, it also established a number of facts that have remained problematic for forest management in Israel. Since most of these facts were largely ignored, they have continued to plague forest management to this day. The problems are legal, professional, land-related and organizational. They include: making afforestation subordinate to a body in charge of developing open spaces, giving preference to field and development workers over professional staff, separating forestry research from afforestation, an archaic forest management law, neglecting the management of forest reserves, the problematic appointment of a KKL-JNF staffer to oversee the Forestry Ordinance, and the absence of state control over afforestation even though it is a body that manages state lands.

The spread of *Pinus halepensis* from Planted Forests to Natural Vegetation

A. Lavi, A. Perevolotsky *, J. Kigel and I. Noy-meir

The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, Faculty of Agriculture, Food and Environmental Quality Science, The Hebrew University of Jerusalem, Israel.

*Department of Natural Resources, A.R.O. - The Volcani Center, Bet-Dagan, Israel

Pinus halepensis, a Mediterranean species that has been introduced throughout the world, is considered to be one of

the most invasive pine species, threatening native biodiversity in various habitats. In Israel, natural stands of *P. halepensis* occur in restricted areas and, since 1920, it has been planted in extensive afforestation projects throughout the country. In recent years, spontaneous pine establishment was observed in natural vegetation adjacent to pine plantations. The objective of this research was to examine spatial and temporal patterns of invasion by *Pinus halepensis* in Israel.

The research was carried out in two nature reserves: "Gvaot-Gad" (GG) (dry Mediterranean climate) and "Ya'ar-Hasolelim" (YH) (Mediterranean climate), that are adjacent to pine plantations. The density of invading pine plants was measured in relation to the distance from the plantation edge. Plants were categorized by age, height, basal stem circumference and developmental stage.

The age at which half of the invading plants began to produce cones was 12 years at YH and 9 years at GG.

Plant density declined sharply with distance from adult trees, and showed a good fit to a power law function. Most invading plants were found within 20 meters from the plantation edge, but a few individuals reached distances up to 100 m and became new invasion foci. Higher densities of pine plants were found on the western side of the plantation in both sites. Analysis of plant age distribution indicates that the invasion process started when the plantations were 20-25 years old. Invasion of *P. halepensis* from plantations into natural vegetation, as observed at the two study sites, was also recorded in other sites in a wide range of habitats in Israel. The process is expected to accelerate as invading trees reach reproductive age.

The Recent Distribution of *Pinus brutia*: A Reassessment in View of Dendroarchaeological and Dendrohistorical Evidences

Nili Lipshchitz Institute of Archaeology, the Botanical Laboratories
nilili@post.tau.ac.il

and Gideon Biger Department of Geography, Tel Aviv University,
Israel. biger@post.tau.ac.il

The distribution of *Pinus brutia* today extends mainly over the Eastern Mediterranean region. Dendroarchaeological research, based on identification of archaeological wood remains, and dendrohistorical research of historical buildings in Israel, show that *Pinus brutia* was not part of the country's native arboreal landscape, and may have been of relatively minor importance in the eastern Mediterranean region as a whole. *Pinus brutia* was introduced into plantations in Eretz Israel from the 1930's onwards, and today replaces *Pinus halepensis* in the country's planted forests.

Sustainable Agriculture - an Approach for Preserving Israel's Open Spaces Values

Haim Zaban, Noa Feller, Liron Amdur – Zenovar Consultants, Givatayim, Israel. zenovar@zenovar.com
Yoram Avnimelech, Ofira Ayalon – Neaman Institute, the Technion, Haifa, Israel

Agriculture takes a relatively marginal place in Israel's economy today. The future of agriculture demands public involvement. An important consideration to sustain agriculture is its external contribution, beyond its function in the production of food and fibers: aesthetical contributions by generating open green spaces; social contributions, values of the contact between people and the land; and, ecological contributions – increased water infiltration, absorption of CO₂, an outlet for organic waste and recycled water, soil preservation and protection. On the other hand, agriculture has negative influences on the environment: soil and water pollution as a result of excessive fertilization, disinfestations, and increase of soil erosion. There is a need to create a mechanism to encourage the positive values of agriculture, and reduce its negative impacts. Governmental bodies, together with “green” organizations, which until now have dealt mainly with natural areas, will be asked in the future to contribute to the protection of agricultural areas.

A system of supports for the external values of agriculture is common in various countries the world over. In order to adopt such strategy in Israel, there is a need to measure the economic value of the external influences of agriculture. Our research found that the external annual environmental contributions of agriculture are 260 million \$US, the average external value of one hectare being \$730. The external value of agriculture amounts to 8.4% of its direct production. It may be assumed that around 20% of the agricultural land of Israel will realize its external value within the next few years, in the total sum of 52 million \$US per year.

The research presents a wide range of organizational tools, which may be used in the realization of payment to farmers. Realization of such tools may be the key to strengthening sustainable agriculture in Israel.

Outbreaks of Local Gypsy Moth (*Lymantria dispar* var. *disparina* Mull.) in the Mediterranean Maquis of Israel

Zion Madar - Forest Department, KKL, Kiryat Haim, Israel. Zionm@KKL.org.il
Naftali Gedalyahu - Natural Reserves and National Parks Authority, Jerusalem, Israel
Zvi Mendel - Department of Entomology, Volcani Center, Bet Dagan, Israel

In spring 2001 an outbreak of local gypsy moth (*Lymantria dispar* var. *disparina* Mull.) occurred in central and northern Israel; severe damage was observed in *Quercus calliprinos* stands on Mt. Carmel (over 1000 ha). The outbreak was also noticed in several sites between Hilla (Upper Galilee) and Yakir (Samaria). The preferred tree species by the gypsy moth were: *Q. calliprinos*; *Arbutus andrachne* and *Crataegus aronia*. less preferred species were *Q. ithaburensis*, *Pistacia lentiscus* and *P. palaestina*. The following tree species grown on the infested sites were not colonized: *Laurus nobilis*, *Phillyrea media* and *Ceratonia siliqua*. We studied the life cycle of the gypsy moth on Mt. Carmel. The pest is univoltinuous. the eggs were laid between May and the end of July, mostly under stones, and hatch in the next spring (March). Larvae development lasted from March to early May, flight period occurred from May and late June. Male moth capture using sex pheromone traps suggested that the population occurs in non-damaged areas as well. In a preliminary control trial, the fifth instar larvae of the local gypsy moth displayed high susceptibility to *Bacillus thuringiensis* formulations (Bactospine, Delphine) as well as to insect growth regulator (Dimillin).

Pollination Ecology and Floral Biology of *Delonix regia*, a Tropical Ornamental Tree in Israel Gardens

Ofrit Shavit ofrit@beta.org.il
Institute of Evolution, Haifa University, Mount Carmel, Haifa, Israel
Avi Shmida, Department of Evolution, Systematics and Ecology. The Hebrew University, Jerusalem
Gidi Ne'eman, Department of Biology, University of Haifa - Oranim, Tivon, Israel

Delonix regia, which originates from Madagascar, can be found in dry savanna areas throughout the tropics. It is grown in gardens mainly for its bountiful and abundant red flowers, which are large and produce plenty of nectar. The young flowers have a large and yellow banner, while in mature flowers the banner is read and folded. *Delonix* is bird pollinated in Africa, but in Israel it is not visited by the local honey eater. This study reviews the adaptation of the flowers for bird pollination; compares between young and mature flowers, and examines whether the bees prefer the young virgin and rewarding flowers over mature unrewarding flowers. We have found that several floral traits are in accordance with the bird pollination syndrome: The flower is red, seen well by birds but not by bees; it flowers during day time and produces plenty of nectar; the nectar tunnel is long, but wide enough to guide birds' beaks; the floral basal parts are thick, protecting the ovules from beaks' damage; the anthers are long and the pollen sticky.

The major pollinator of *Delonix* in Israel is the carpenter bee (*Xylocopa*), which can distinguish between young rewarding flowers and old unrewarding ones. The bees prefer to visit the

Abstracts

young pre-color change flowers and skip the old post - color change ones. This enables the tree to retain its old flowers, which contribute to the over all attraction of pollinators to the tree, without reducing the probability of pollination of the young virgin flowers.

Growing of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) for Soil Stabilization: Development of Growing Management for Israel Conditions

Nativ Dudai *, Eli Putievsky, David Chaimovich

Aromatic, Medicinal and Spice Crops, ARO, Newe Ya'ar Research Center, Ramat Yishay, Israel

and Meni Ben-Hur, Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, ARO, Volcani Center, Bet-Dagan, Israel

* nativdud@volcani.agri.gov.il

Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) is used as an effective and inexpensive method for erosion control in tropical and sub-tropical regions. However, in spite of the advantages of

this grass, it is not common in arid and semi-arid regions, such as Israel. The objective of this study was to determine the optimum growing conditions for Vetiver grass in Israel. The effects of time of planting, irrigation and foliage treatments, and of growing in different substrates and under controlled conditions on Vetiver growth, were studied. It was found that Vetiver grows quite well under Israel's climatic conditions; after establishment, Vetiver plants survived the dry summer without irrigation. Likewise, Vetiver could be grown in various soils under irrigation or rainfed conditions. The optimum planting season for Vetiver grass under irrigation is spring or the beginning of summer. After cutting or burning of Vetiver foliage, plant height increased sharply in the beginning of spring, and then increased gradually to its maximum value. Maximum plant height after various foliage treatments under irrigation were, in general, similar to those in the control (untreated plants), and significantly lower than the control under rainfed conditions. Increasing of daytime temperature to 29°C and the night temperature to 21°C led to the greatest increase of Vetiver grass growth.



שער "ליערן" קיץ 1957, המדווח על התקפת הארבה



חוברת שהוצאה בעקבות התקפת הארבה, פסח 1915



FOREST

Journal of
Forests, Woodlands &
Environment

No. 5-6 ♦ December 2004

Editors:
Dr. Amiram Zehavi, Arie Henig

Editorial:
Prof. Y. Riov
Prof. Z. Mendel
Dr. G. Ne'eman
Dr. M. Sachs
Dr. A. Flaysher
Dr. Y. Kaplan
Dr. Z. Avni
G. Sapir
A. Goren
M. Kobner
D. Brand
P. Ginsberg
Dr. A. Zehavi
A. Henig

Address:
Yaar, K.K.L. Eshtaol
M. P. Shimshon 99775, Israel
Tel.: 972-2-9905566
Fax: 972-2-9915517
yaar@kkl.org.il

Publisher:
K.K.L. – Forest Department and
The Department of Publications and Audio-visual Aids,
Division of Communications and Public Affairs

Contents

II

Abstracts

Please note – page numbers refer to the Hebrew text,
please find figures, illustrations and bibliography accordingly

3

Government Afforestation in the State of Israel – an Epilogue

Zvi Avni

12

The Spread of *Pinus halepensis* from Planted Forests to Natural Vegetation

Ayala Lavi, Avi Perevolotsky, Jaim Kigel and Imanuel Noy-Meir

19

The Recent Distribution of *Pinus brutia*: a Reassessment in view of Dendroarchaeological and Dendrohistorical Evidence

Nili Liphshitz and Gideon Biger

26

Sustainable Agriculture - an Approach for Preserving Israel's Open Spaces Values

Haim Zaban, Noa Feller, Liron Amdur, Yoram Avnimelech and
Ofira Ayalon

33

Outbreaks of the Local Gypsy Moth (*Lymantria dispar* var. *disparina* Mull.) in the Mediterranean Maquis of Israel

Zion Madar, Naftali Gedalyahu and Zvi Mendel

37

Pollination Ecology and Floral Biology of *Delonix regia*, a Tropical Ornamental Tree in Israel Gardens

Ofrit Shavit, Avi Shmida and Gidi Ne'eman

45

Growing of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) for Soil Stabilization: Development of Growing Management for Israel Conditions

Nativ Dudai, Eli Putievsky, David Chaimovich
and Meni Ben-Hur

English cover: Locust swarm in Eilat (Photo: A. Chna'an)
Hebrew cover: Autumn colours, persimmon orchard (Photo: A. Zehavi)