



קרן קימת לישראל
K K L - J N F

יער

כתב-עת לניהול יערות ושטחים פתוחים

גליון מס' 14 | מרץ 2015 | ניסן תשע"ה

עורך:

ד"ר עמרי בונה

חברי המערכת:

דוד אבלגון, ד"ר צביקה אבני, כליל אדר, דוד אשכנזי,
ד"ר מני בן חור, ד"ר דוד ברנד, ד"ר דלית גסול,
תמר דראל-פוספלד, ד"ר זלמן הנקין, ד"ר גיר הר,
ד"ר עמי זהבי, פינחס כהנא, ד"ר צביקה מנדל,
יצחק משה, אברי קדמון, מימי קובנר, פרופ' יוסי ריוב,
ד"ר גבי שילר, משה שלר, חגי שניר, יוסי שרייבר

עיצוב גרפי:

ניצה ברוק, א.נ.ב. ניהול פרויקטים בע"מ

עריכה לשונית בעברית:

אלישבע מאי

עריכה לשונית באנגלית:

רון פרייס

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

אשתאול, ד"נ שמשון 9977500

טלפון: 02-9905551 פקס: 02-9905638

yaar@kkl.org.il

הוצאה לאור:

קרן קימת לישראל

מינהל פיתוח הקרקע

המדען הראשי

היחידה לפרסומים, קשרי ציבור

© כל הזכויות שמורות

לפרטים והרשמה לאירועים ביערות ובאתרי קק"ל:

קו ליער: 1-800-350-550

אתר קק"ל באינטרנט www.kkl.org.il



תמונת השער: יער מעורב רב-שכבתי בגיל 30 שנים (יער קרן הכרמל, חלקה 21, עומד 121). ברובד הגבוה של חופת היער מצויים אורן ברוטיה, אורן הצנובר וברוש מצוי, ברובד הביניים מצויים אלון התבור וחורב מצוי, ובתת היער מתפתחים באופן טבעי, בחסות הצל החלקי, מיני חורש רחבי עלים וצמחייה חד-שנתית (צילום: עמרי בונה)

תוכן

2

ברכת מנהל מינהל פיתוח הקרקע

3

בפתח הגיליון

5

השינויים בממשק היער הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל:
מיער חד-מיני וחד-גילי ליער מעורב רב-גילי
חלק א: סקירת התפתחות מדיניות הייעור וממשק היער בישראל
במאה השנים האחרונות
עמרי בונה

15

סקר התפתחות העצים במטעי אם לזרעים של אורן ירושלים
(*Pinus halepensis*) בישראל (1985-2014)
גבריאל שילר וניר הר

24

השפעת השינוי בשימושי קרקע משטחי בור ליער נטע אדם
על המבנה והתכונות ההידראוליות של הקרקע בתנאי אקלים שונים בישראל
מני בן-חור, חיים טנאו, מרכוס לאדו, לאה לייב ואסף ענבר

33

ניצול בולי עץ ורסק עץ כפועל יוצא של פעולות ממשק
ביערות הנטועים בישראל
תמצית הדוח של משלחת שירות הייעור האמריקני (יולי 2012)
Larry Swan and Mark Knaebe
עריכה: כליל אדר ועמרי בונה

40

הייעור הביטחוני בישראל בשנות ה-50: מעימות צבאי-אזרחי לשיתוף פעולה
יורם פריד וגדעון ביגר

50

התאמת אורן שחור (*Pinus nigra*) לנטיעה בהר הגבוה בישראל
עמרי בונה, ניר הר ורועי הראל

54

עצי תפארת

54 שיחים שהם גם עצים

55 הארז באלוני הבשן

עמרי בונה

56

חדשות מהשטח

56 שימוש במיכלי מתכת לאגירת מים להשקיית עזר בנטיעה לחידוש יער בגלובע
ארז משה ועמרי בונה

57 פקודת היערות 2014 – תיקוני חקיקה מודרניים על פלטפורמה מנדטורית
חגי שניר

58 העתקת עץ אורן ירושלים מאתר המיועד להקמת מאגר סומך
אלי בנישו, מיכאל וינברגר, איתן רוזנברג ודני אלמליח

60

e ירוק

61

מן הארכיון

"המדרשה הגלילית לפיתוח הסביבה ושימורה" בצפת
מתוך ראיון של שמעון בן שמש עם טוביה אשבל

I

תקצירים באנגלית

לקוראי כתב העת "יער" שלום רב,

לאחר צאתו לאור של גיליון 13 של "יער", שמחתי לקבל תגובות חיוביות ביותר מקוראים רבים על חידושו של כתב העת. תגובות אלה התקבלו הן מעובדי ומגמלאי הקק"ל והן מקוראים ממוסדות וארגונים, השותפים לניהול השטחים הפתוחים בישראל ולביצוע ניטור ומחקר, המיועדים להרחבת הידע הדרוש לניהול מיטבי של שטחים אלה.

מטבע הדברים, נושא הייעור מהווה אחד האתגרים המרכזיים שבהם עוסק מפ"ק. הרחבת הטיפול בייעור הנטוע הבוגר מקבלת משנה תוקף, בין השאר, לשם מתן מענה לנזקים שנגרמו לייער בשל מזג האוויר הקיצוני ששרר בחורף שעבר, בצורת קשה לצד סופת שלג חמורה בהרים הגבוהים בגליל העליון ובאזור ירושלים. דווקא בכל הקשור לשרפות יער, עונת השרפות הקודמת התאפיינה במספר שרפות וגודל שטח יער שרוף נמוכים מהממוצע הרב-שנתי. אך כדי לסייע בשיפור ההיערכות הארצית לקראת שרפות עתידיות, קידמה הקק"ל מכרז בינלאומי להתקנה של מכשור לגילוי שרפות באמצעי חישה חדשניים. בכך מוכיחה הקק"ל שוב, שהתרבות של הארגון היא להוביל נושאים בעלי חשיבות לאומית, גם כאשר הם חורגים מתחום אחריותו הפורמלית.

במפ"ק המשיכו לטפח את תרבות הנופש והפנאי של הציבור הרחב ביערות ובשטחים הפתוחים. פיתוח שבילים לרכיבת אופני שטח ונושא הצפרות הם, ללא ספק, מהנושאים המרכזיים שהארגון הוביל בעשור האחרון ברמה הארצית. מלבד פיתוח תשתיות בשני התחומים, דאגנו גם לקידום מקצועי ומחקרי שלהם. בזמן הקרוב נתחיל בהקמת מרכז המבקרים באגמון החולה, אתר הצפרות המוביל בישראל ואחד החשובים בעולם.

בתחום מפעלי הפיתוח, אחד האתגרים העומדים בפני מפ"ק בקק"ל הוא איך לקדם פרויקטים הנדסיים בראייה כוללת, המשלבת היבטים הנדסיים, סביבתיים ותכנוניים.

תחום השבת המים, שקק"ל מובילה מזה שנים ארוכות, משפכים למי קולחים מטוהרים, המשמשים להשקיה חקלאית, הוא דוגמה מצוינת לשילוב של נושאי הנדסה וסביבה עם תכנון וחקלאות.

תחומים הנדסיים-סביבתיים חדשים, שבהם התחלנו לעסוק לאחרונה במפ"ק, הם: ערים רגישות למים – פרויקט חלוץ לניצול מושכל של נגר עירוני, המלווה במחקר רב-תחומי; שימוש בחומרים ממוחזרים, וייצוב קרקעות ומיסעות באמצעות חומרים ידידותיים לסביבה.

בתחום התכנון, הכנת 219 (!) תכניות מתאר ליערות, מהן אושרו 128 (58%) מהווה, ללא ספק, את גולת הכותרת של פעילותנו. בשנה האחרונה התרחבה הפעילות בקידום מרחבים ביוספריים נוספים בישראל, לאחר שהיינו גורם מוביל בהקמת המרחב הביוספרי ברמת מנשה. כמו כן, נעשתה בשנה האחרונה עבודה מקיפה ליישום בנייה ירוקה באתרי קק"ל ובפרויקטים שהקק"ל מחויבת אליהם, ואף נערכה תחרות בנושא. מבנים לדוגמה יוצבו לביקורי הציבור במספר אתרים.

לסיום, "מברוק" לפרופ' אלון טל עם הוצאת הספר "כל עצי היער", ספר מלמד ומעניין העוסק בתפיסת הייעור בארץ במשך השנים.

קריאה מהנה ומועילה,

קובי מור

מנהל מינהל פיתוח הקרקע, קק"ל

לקוראים שלום,

הסקירה על התפתחות מדיניות הייעור וממשק היער בישראל במאה השנים האחרונות מהווה חלק ראשון ממאמר רחב יותר על השינויים בממשק היער הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל. בשנים 1920-1970 הוביל יוסף ויץ, "אבי היערות", מדיניות ייעור "קלסית" של נטיעת וניהול יערות חד-מיניים צפופים. מדיניות זו השתנתה בהדרגה לאחר פרישתו של ויץ, לגישת ייעור בר-קיימא, של יער רב-מיני ורב-גילי, שבו ניתן דגש למינים ולתהליכים טבעיים. בסקירה נעשה שימוש, בין השאר, בביטאונים פנימיים ובעבודות שקק"ל פרסמה בשנים 1975-1995 ואשר כמעט שלא צוטטו עד היום, ובכך היא שופכת אור על תקופה מרתקת של שינויים במדיניות הייעור, שהונעו במידה רבה על ידי היערנים ברמות השונות. החלק השני של המאמר, שיפורסם בהמשך, יתמקד בהשלכות המעשיות של השינויים במדיניות הייעור על ממשק היער.

אחד הנושאים החשובים אשר מלווה את הקמתה של מערכת יערנות חדשה, כמו זו שהקימה הקק"ל בארץ, הוא השבחת עצי היער. הקמת מטעי אם לזרעים של מין הייעור הראשי בישראל, אורן ירושלים, היא, לפיכך, מאבני היסוד בתכנית להשבחת עצי היער בישראל. גבי שילר, שעסק רבות בנושא כחוקר, סוקר יחד עם ניר הר את מה שנלמד בנושא.

וולטר קליי לאודרמילק, מגדולי המומחים לשימור קרקע ומניעת סחף, כתב בספרו "ארץ ישראל הארץ היעודה", על מחויבותנו לשימור הקרקע: "...והיית לה סוכן נאמן, למען שמור את אוצרותיה ואת פריונה לדור-דור". בן חור וחובריו חוקרים במאמרם את התרומה של הייעור למבנה ולתכונות ההידראוליות של הקרקע בהשוואה לאלה שבשטחי בור הסמוכים ליער.

במסגרת שיתוף הפעולה רב השנים בין הקק"ל לשירות הייעור האמריקני, ביקרו בארץ, בשנת 2012, Mark Knebe ו-Larry Swan, מומחים של שירות הייעור בתחום של טכנולוגיה של העץ. כליל אדר ואנוכי סיכמנו את ההתרשמויות וההמלצות המרכזיות המופיעות בדוח שהגישו, שאחת המעניינות שבהן מציעה, שהקק"ל תעשה שימוש בעץ מיערותיה בפרויקטים שהיא מבצעת ולא בעץ מיובא.

הייעור הביטחוני בשנות ה-50 של המאה הקודמת נעשה בהוראתו האישית של ראש הממשלה ושר הביטחון דוד בן-גוריון, ולכן השדרות האלו, שרובן ניטעו לאורך כבישים, כדי להסתיר את התנועה בהם מעיני האויב, נקראו בהיתול "שדרות בן-גוריון". תפקידו של הייעור הביטחוני נותר שריר וקיים גם בימינו אלה, והקק"ל התגייסה לנטיעות במתכונת זו לאורך גבול רצועת עזה. מאמרם של יורם פריד וגדעון ביגר, שופך אור על הדינמיקה הבין-ארגונית שעמדה מאחורי הייעור הביטחוני בראשיתו.

המאמר המרכזי בגיליון הקודם של "יער" עסק בנטיעת ארזים בהר הגבוה בארץ, בנטיעות חדשות ובמקום חלקות של אורן ירושלים שקרסו בסופות שלג. אורן שחור (*Pinus nigra*) עשוי להיות אף הוא מין מתאים להחליף את אורן ירושלים בחלקות שנפגעו משלגים. יתרונו של האורן השחור למטרה זו יכול לבוא לידי ביטוי בעיקר בקרקעות גירניות, ועל כך בסקירה של בונה וחובריו.

בינואר 2015 התקיים הכנס השנתי לעצים בוגרים, בהזמנת משרד החקלאות ופיתוח הכפר. בכנס הציגו חגי שניר ועמרי בונה את המיזם של עצי מורשת ועצי תפארת, המיועד לייצור באמצעות אפליקציה ייעודית, שכבה של עצים עתיקים ומיוחדים ברחבי הארץ כבסיס לשמירתם ומעקב אחריהם. הפעם, במדור "עצי תפארת", כותב העורך על הארז באלוני הבשן, שניטע לזכרם של שמונה חיילים, שנפלו במלחמת יום כיפור בתוך הנגמ"ש שבו נפגעו. בנוסף לכך, מובאות במדור דוגמאות לשיחים, שבתנאים מסוימים התפתחו לעצים של ממש.

המדור "חדשות מן השטח" כולל הפעם דיווחים בשלושה נושאים: (א) ארז משה ועמרי בונה כותבים על השקיית עזר של שתילים, שניטעו במסגרת חידוש חלקת יער בגלבע, בשנה שבה ירדו כ-200 מ"מ גשם

בלבד, באמצעות מיכלי מתכת של 40 מ"ק; (ב) חגי שניר מעדכן על תיקוני חקיקה מודרניים בפקודת היערות המנדטורית; (ג) אלי בנישו וחובריו מדווחים על העתקה רב-שלבית של עץ אורן ירושלים גדול במאגר סומך.

המדור "מן הארכיון" עוסק הפעם ב"מדרשה הגלילית בצפת", שפעלה בשנים 1983-1990 והיוותה כור היתוך פנימי בקק"ל בין עובדים חדשים לוותיקים, כמו גם כור היתוך חיצוני לקירוב העמדות בין הגופים העוסקים בניהול שטחים פתוחים בישראל. המידע על פעילות המדרשה מובא מפיו של טוביה אשבל, שעמד בראשה, במסגרת ריאיון שקיים עימו שמעון בן שמש, מנכ"ל הקק"ל לשעבר.

קריאה מעניינת ומהנה,

ד"ר עמרי בונה

המדען הראשי, מינהל פיתוח הקרקע, קק"ל

ועורך כתב העת

הנחיות לכותבים

היקף התקציר בעברית – כ-400 מילים, ובנוסף עד שש מילות מפתח (בנוסף למילים הכלולות בכותרת). על התקציר להיות כתוב בשפה מובנת גם לקוראים שאינם בקיאים בתחום. כמו כן, תקציר באנגלית בהיקף של כ-300 מילים, כולל עד שמונה מילות מפתח. מבנה המאמר: מבוא; גוף המאמר; סיכום; רשימת מקורות.

הנחיות להגשת המאמרים לשלב העיצוב

על מנת שהעיצוב ישמור על רמתו הגבוהה, האיכותית והנגישות לקורא, יש להגיש את כל המאמרים בצורה שתאפשר לבצע את העיצוב על הצד הטוב ביותר.

להלן מספר הנחיות בנושא זה:

- יש להגיש את הטקסט בקובץ Word.
 - תמונות:** יש להוסיף את התמונות לקובץ ה-Word ולמקמן עם הכיתוב לידן. בנוסף לכך, את אותן תמונות יש לצרף בנפרד, בעת משלוח המאמר, בקובצי jpg באיכות להדפסה: 300 dpi ובגודל בסביבות 17 x 12 ס"מ. אותה הגשה חלה גם על השרטוטים והמפות.
 - גרפים:** ממוקמים בקובץ ה-Word עם הכותרות שלהם. בנוסף לכך, יש לשלוח אותם בנפרד בקובצי Power Point, המצורפים בעת משלוח המאמר. שימוש מושכל בצבע – מומלץ.
 - טבלאות:** יש לשלוח ב-Word, במיקום המתאים בתוך קובץ המאמר.
 - קישורים פעילים: מידע על קישורים שאמורים להיות פעילים במאמר (כתובות אתרים וכתובות דוא"ל), יש לציין בצבע.
 - הערות שוליים:** אם התיינה, הן תופענה בסוף המאמר.
- כל מאמר יוגש למעצבת לאחר שעבר עריכה והגהה לשונית ואושר על ידי כותב המאמר והמערכת של "יער".

בתודה על תשומת הלב ובברכה, **המערכת**

כתב העת "יער" מפרסם מאמרים מקוריים, מאמרי סקירה (review) ודיווחים קצרים (short communication) במגוון נושאים, כדלקמן:

- ייעור, ביולוגיה ואקולוגיה של מערכות יער ומרעה, ניהול שטחים פתוחים.
- שימור קרקע ומים.
- תכנון יערות, נופש ותיירות ביערות ובשטחים פתוחים וייעור קהילתי.

כתב העת משמש גם במה למכתבים למערכת ולתגובות על מאמרים המתפרסמים בו, והקשורים לנושאים אלה.

המאמרים עוברים רפרנטורה וכוללים תקציר באנגלית. כתב העת מופיע גם באינטרנט, במסגרת אתר קק"ל.

סוגי מאמרים לפרסום

- סיכום של עבודת מחקר העוסקות בנושאים הנ"ל.
- סקירה (review) של נושאים בתחומי מחקר ופיתוח, המציגים בפני הקוראים היבטים חדשים ואקטואליים בנושאים הנ"ל, בארץ ובעולם.
- סיכומים שנתיים קצרים של פעילויות הקשורות לנושאי ייעור, שימור קרקע ושמירת שטחים פתוחים.
- סקירת ספרות מהארץ ומהעולם, שיש בה עניין לעוסקים ביער, בחורש הטבעי ובשטחים הפתוחים בישראל.
- מדור מיוחד בכתב העת (מן הארכיון) מפרסם מאמרים קצרים, סיכומים ומכתבים היסטוריים בנושאים הנ"ל (מלפני 25 שנה ויותר).

הנחיות להכנת מאמר להגשה

היקף המאמר – עד 4,000 מילים (כולל מילות מפתח, תקציר בעברית ובאנגלית ורשימת ספרות); כותרת המייצגת את תוכן המאמר; שמות המחברים ומוסד עבודתם; כתובת מפורטת ודוא"ל, אשר אליו תופנה תכתובת. בכל גיליון מופיע מאמר מרכזי אחד בהיקף של עד 8,000 מילים.

השינויים בממשק היער הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל: מיער חד-מיני וחד-גילי ליער מעורב רב-גילי

חלק א: סקירת התפתחות מדיניות הייעור וממשק היער בישראל במאה השנים האחרונות

עמרי בונה

המדען הראשי, מינהל פיתוח הקרקע, קק"ל

omrib@kkl.org.il

תקציר

הקק"ל עם אישור התכנית היו מעבר מניהול יער נטוע וחורש מפותח בלבד לניהול של שטחים פתוחים, והצורך לפתח שיטות חדשות לשיקום ולנטיעה של מינים טבעיים של רחבי עלים. בשנת 2007 אישר דירקטוריון הקק"ל מדיניות של ייעור ופיתוח ברי-קיימא, אשר העמיד בפני יערני הקק"ל את האתגר של יצירת דור שני של יערות מעורבים רב-גיליים, תוך כדי עידוד מינים ותהליכים טבעיים. בשנת 2012 התעדכנה מדיניות הייעור, עם פרסום תורת ניהול היער, אשר המליצה לעודד את המורכבות והכתמיות במבנה היער. צפיפות הנטיעה וצפיפות היער בגילים השונים הופחתה בכ- 25% נוספים ביחס לתכנית של 1990.

מילות מפתח: מדיניות ייעור, ממשק היער, יער חד-מיני, יער מעורב, יער חד-גילי, יער רב-שכבתי, יער בר-קיימא, יער אקולוגי.

סקירת התפתחות מדיניות הייעור בישראל במאה השנים האחרונות

היערות הנטועים בישראל מנוהלים כיום על ידי הקק"ל במטרה ליצור יערות ברי-קיימא, רב-מיניים ורב-גיליים, שתפקידם העיקרי הוא לספק לציבור מגוון שירותים אקולוגיים (קפלן, 2011). לאחר ניסיון קצר ולא מוצלח לנטיעת זיתים ועצי פרי, בראשית מפעל הייעור של קק"ל, לפני כמאה שנים, אומצה מדיניות של נטיעה צפופה של עצי יער; מינים מחטניים, בעיקר אורן ירושלים, באזורים ההרריים והטרשיים, ומיני אקליפטוס בשטחים מישוריים ובקרקעות לא מנוקזות (ליפשיץ וביגר, 2000).

ביקורת על מדיניות ייעור זו ודרישה להגברת מגוון המינים והקטנת צפיפות הנטיעה הושמעה כבר לקראת סוף שנות ה-30 (של המאה הקודמת) (גינדל, 1938 ובודנהיימר, 1939, מצוטטים אצל ליפשיץ וביגר, 2000). בודנהיימר, שהיה אנטמולוג בעל שם, סבר, בעקבות מחקריו על הנזק הכבד שגורמת כנימת המצוקוקוס הא"י, לעצי אורן ירושלים

היערות הנטועים בישראל הם כיום רב-שימושיים ומיועדים בעיקר לאספקת שירותים אקולוגיים. הייעור בישראל, אשר החל לפני מאה שנה על ידי הקרן הקימת לישראל (קק"ל), היה מאופיין בימיו הראשונים, בהתאם לגישת הייעור ה"קלאסית", בנטיעות צפופות של מינים מחטניים, בעיקר אורן ירושלים (*Pinus halepensis*). ביקורת על גישת ייעור זו נשמעה כבר בשנות ה-30 של המאה הקודמת על ידי מספר יערנים, אקולוגים ואנשי סביבה, אשר סברו שצריך לנטוע בעיקר מינים של רחבי עלים טבעיים, להגדיל את מרחקי הנטיעה וכן את המרחק בין העצים ביער הבוגר באמצעות דילולים בעוצמה גבוהה. גיוון של הרכב המינים המחטניים בנטיעות הקק"ל החל למעשה כבר בראשית שנות ה-70 (של המאה הקודמת), ולקראת סוף שנות ה-80 נוספו באופן משמעותי גם מינים של רחבי עלים טבעיים להרכב המינים בנטיעות היערניות. השינוי הזה נבע במידה רבה מהתמותה הרבה של עצי אורן ירושלים, ירושלים, מין הייעור העיקרי עד אז, שיוחסה להתקפת המצוקוקוס הא"י (*Matsucoccus josephi*). כמו כן, בחלק מהיערות שניטעו בצפיפות רבה בוצעו, בניגוד למקובל לפני כן, דילולים חריפים. שינויים אלה בממשק היער, שהונהגו בצורה מעשית ביערות רבים, קיבלו אישור רשמי רק בשנת 1990, כאשר הקק"ל פרסמה תכנית ניהול מעודכנת ליערות הנטועים בישראל. כחלק מהמדיניות החדשה, הומלץ לנטוע ולטפח יער רב-מיני, שבו היה משקל חשוב למיני החורש הטבעי, ולהפחית במידה רבה את צפיפות היער כבר משלב הנטיעה. כל זאת, במטרה ליצור יער בעל כושר עמידות גבוה יחסית לעקות ביוטיות ואביוטיות, ויכולת התאוששות טובה יותר לאחר הפרעות, כגון בצורת, שרפות ומזיקים. בשנת 1995 אושרה תכנית המתאר ליער וייעור (תמ"א 22), אשר מלבד יערות נטועים, המהווים 42% משטחה, מתייחסת לבתי גידול מגוונים, חורשים מפותחים, ריגות ובתות של שיחים ועשבונים. האתגרים שעמדו בפני

של מינים מהירי צמיחה, כמו אקליפטוס ואורן. קרשון שלל את השמירה על העצים המקומיים, או את תוספת הנטיעה של מינים בעלי ערך מועט כגידולי ביניים, אשר ינצלו חלק מהמלאי הזעום בלאו הכי של רטיבות בקרקע, ועל ידי כך יקטינו את הגידול ואת היבול של המין העיקרי.

תמותה נרחבת של עצי אורן ירושלים נטועים בני כ-40 שנה ביערות שער הגיא, בראשית שנות ה-70, שיוחסה לכנימת המצוקוקוס הא", הביאה להמלצה לנטוע מינים מחטניים אחרים, שאינם נפגעים ממזיק זה, לצורך שיקום וחידוש היערות שנפגעו (קבוצת העבודה, 1975). המלצה זו יושמה למעשה על ידי יערני הקק"ל בכל נטיעת היערות באזור הים-תיכוני בישראל. מאז אמצע שנות ה-70, החליף אורן קפריסאי (*Pinus brutia*) את אורן ירושלים כמין המחטני העיקרי בנטיעות היערניות בישראל. לצידו ניטעו אורן הצנובר (*Pinus pinea*) וברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*) (Bonneh, 2000) (איור 1). ליפשיץ וביגר (1993) הגדירו את הירידה החדה הזו בנטיעת אורן ירושלים במאמרם "עלייתו ונפילתו של אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי בארץ ישראל". מן הראוי לציין, שעוד קודם לכן, בעקבות הנזקים הקשים שנגרמו לעצי אורן ירושלים בסופות השלגים של 1968, צומצם היקף הגידול של שתילי אורן ירושלים במשתלות ל-20-30 אחוז בלבד מסך כל הייצור, והוגדל היקף הגידול של מינים העמידים בפני שלג (בן שמש, 1992).

התמותה הרבה של עצי אורן ירושלים ביערות שער הגיא, לאורך הכביש הראשי לירושלים, משכה תשומת-לב ציבורית רבה ועוררה מחדש את הוויכוח סביב מדיניות הייעור של הקק"ל. נשמעו גישות שונות לסוגיה זו על ידי יערנים, חוקרי יער ואקולוגים, אשר בחלקן הסתמכו על מחקרים ותצפיות בשטח ואילו אחרות נבעו מתפיסות אידיאולוגיות, שלא תמיד התבססו על עובדות.

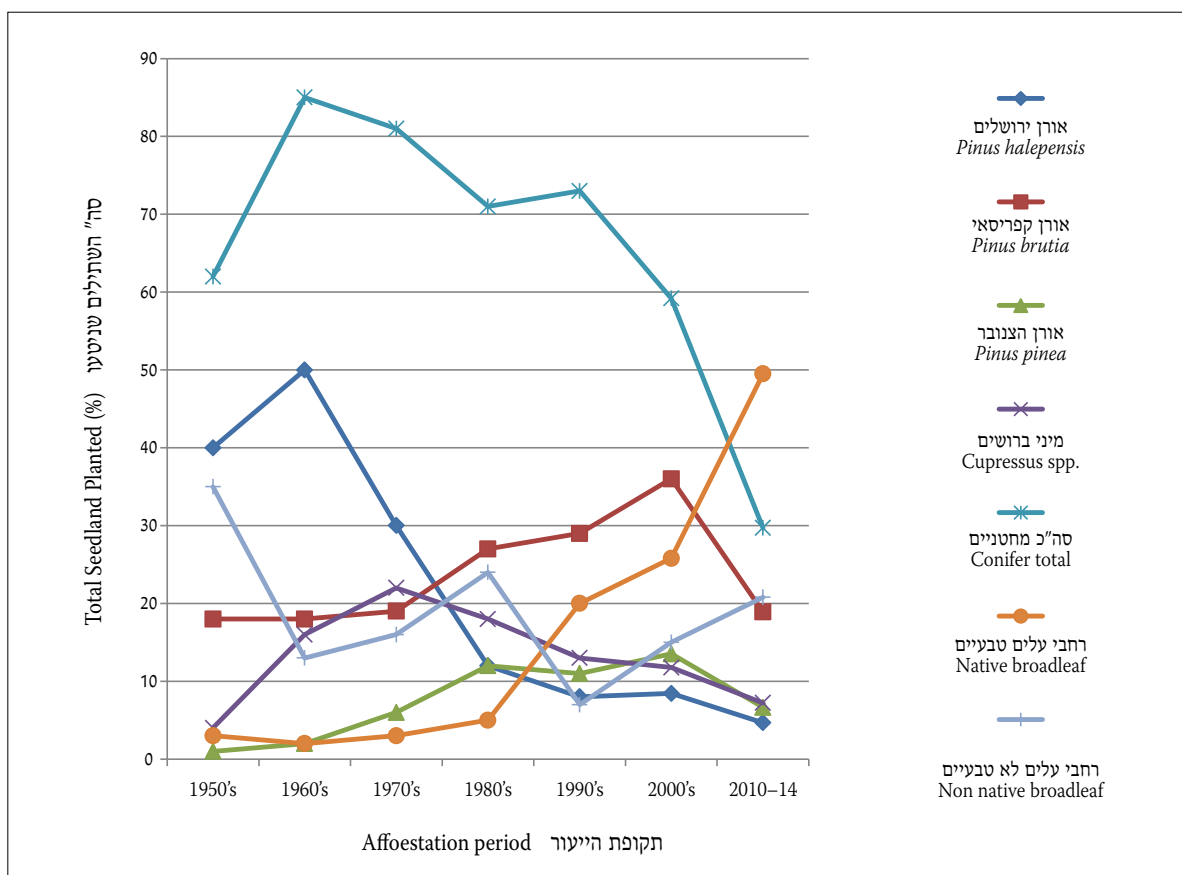
יוספי (1977א') הציע לטפח בארץ יערות רב-תכליתיים, שיכולים לספק תפוקת עץ ושירותים נוספים באופן בר-קיימא. יוספי, שהיה מנהל אזור ייעור הגליל המערבי, הציע שהקק"ל תחל בביצוע כריתות מלאות לשם חידוש חלקי של היער כבר באמצע מחזור הגידול הביולוגי* הצפוי. כריתות אלה צריכות היו להימשך באופן מחזורי עד שיווצר יער רב-גילי מאוזן בהרכבו. הוא סבר, שהגיל הממוצע המתאים ביותר לביצוע הכריתה הוא כאשר היער מגיע לגיל של כ-40 שנה. גישתו זו של יוספי הושפעה במידה רבה מהמדריך לתכנון יערני של יערות אזור הגליל המערבי בכלל, וליער שגב כמודל

צעירים, שאין להמשיך בנטיעת יער צפוף וחד-מיני של אורן ירושלים, ויש לנטוע אותו בתערובת עם אורנים אחרים ועם מינים מקומיים ומעמיקי שורש כמו אלון וחרוב. גינדל (1952), אשר עמד בראש מעבדת המחקר לייעור ברחובות, דגל בגישת ייעור "נטורליסטית", אשר העדיפה שימוש במינים מקומיים של רחבי עלים ויצירת יער רב-מיני ורב-גילי. הוא סבר, שעמידותו של יער כזה להתפשטות שרפות, מזיקים ומחלות גדולה יותר וכי ערכו הנופי גבוה יותר. גינדל ציין, שעד לאותה תקופה לא הצטבר עדיין בארץ ניסיון מספיק לגבי הקמת יער מעורב של מינים מקומיים ומאוקלמים, ולכן הוא העלה את האפשרות שמיני החלוץ, כמו אורן ירושלים, יפנו בבוא העת את מקומם למינים הקבועים והמקומיים של רחבי עלים. ויץ, אשר עמד בראש מפעל הייעור של הקק"ל בשנים 1920-1970, ואשר צידד בגישת הייעור ה"קלאסית", המאופיינת בעומדים טהורים וחד-גיליים, ציין בדברי תשובתו למבקריו, שעל סמך מיטב הניסיון שהצטבר בניסויים בשטח, הדרך הטובה והבטוחה ביותר להקמת יער חלוץ בארץ הייתה זו שיושמה עד אז על ידי הקק"ל, תוך שימוש באורן ירושלים כמין עיקרי (ויץ, 1970). עם זאת, ויץ לא שלל את האפשרות שמדיניות זו תשתנה בעתיד.

ארגונים סביבתיים, שנוסדו לאחר קום המדינה, חידשו את הביקורת על מדיניות הייעור של הקק"ל. עזריה אלון והיינריך מנדלסון, ממקימי החברה להגנת הטבע, טבעו את הכינוי "מדבריות האורן" בתארם את היערות החד-מיניים והצפופים שנטעה הקק"ל בשנות ה-50 וה-60 (של המאה הקודמת). אלון (1971) קבע, שניתן לחדש את הנוף בחלקים גדולים של הגליל, הכרמל והרי יהודה באמצעות נטיעת עצי הארץ הטבעיים. הוא דרש להפסיק את ההשמדה הגמורה של הצמחייה המקומית במהלך הכנת השטח לנטיעת אורנים או אקליפטוסים. הפיתרון שהציע אלון לצפיפות היתר של העצים ביערות הנטועים, היה נטיעה הרבה יותר דלילה, ללא השמדת הצומח הטבעי, ודילול חריף שיאפשר לעצים לפתח צמרות רחבות ויאפשר גם התפתחות של תת-יער. מאבקו של אלון כנגד התכנית השאפתנית שהגה יוסף ויץ ליער 80% משטח הר הגלבוע, אל מול ביתו שלו בקיבוץ בית השיטה, הביא לפשרה, שבמסגרתה רק כ-40% מהשטח המתוכנן (כ-22,000 דונם) יוער בפועל.

גם חוקרים ואנשי מקצוע בתחום המרעה טענו כנגד הנטיעה הצפופה של אורנים, אשר באה על חשבון הפוטנציאל הכלכלי של המרעה (אילן, 1980; נווה, 1952). הם צידדו בנטיעת יערות פארק דלילים של חרובים ועצי חורש טבעי. במענה לטענות אלה, ויץ (1970) חזר על גרסתו, שלא הייתה הצלחה בנטיעת מינים טבעיים של רחבי עלים, ובנוסף ציין, שעל ידי דילול של יער האורנים ניתן ליצור את המרווח הנדרש לטיפוח המרעה. גם קרשון (1972), שעמד בראש התחנה לחקר היער באילנות, צידד בנטיעת מונוקולטורות

* מחזור גידול ביולוגי (Biological rotation age) – כאשר תוספת הגידול השנתית הממוצעת בשטח יער שווה לתוספת הגידול התקופתית, שהוא מועד מקובל לסיום מחזור הגידול וכריתת העצים ביערות מסחריים, שייעודם תפוקת עץ מרבית, בשונה ממחזור גידול כלכלי (Economic rotation age), שבו מועד סיום מחזור הגידול של היער נקבע כאשר ערך העצה שהיער מייצר הוא מרבי והוא מושג בגיל מבוגר יותר, כאשר קוטר העצים גדול יותר.



איור 1: השינויים בנטיעת מינים של רחבי עלים טבעיים ומאוקלמים ושל מינים מחטניים באזור הים-תיכוני בישראל בשנים 1950-2014. **Fig. 1:** Changes in the planting of native and non native broadleaf and coniferous speices in the Mediterranean Region in Israel.

בחבל ייעור התיכון* ומנהל אזור נצרת, את המאויים לגריפת רווחים מגידול עצי יער בתנאי הארץ כ"פטה מורגנה". קוליץ (1977) סבר, שרוב היערות הנטועים בארץ הם רב-תכליתיים, ומיועדים לספק בעת ובעונה אחת שירותים של שימור קרקע, נוף, נופש וייצור עצה. לכן יש לבחור עבורם אורך מחזור גידול משולב, שנע בין מחזור ביולוגי ומחזור כלכלי. קוליץ, שהיה מנהל מדור ממשק היער באגף הייעור, העריך, שאורך מחזור גידול משולב כזה בתנאי היער בארץ ינוע בין 50 ל-70 שנים. פלד (1977) היה מוטרד בעיקר מהצפיפות הרבה ומהפיגור בדילול, ששררו ביערות רבים שניטעו בצפיפות של 350-400 עצים לדונם, ולכן המליץ לבצע בהם דילולים חריפים ותכופים. פלד, שהיה מנהל חבל ייעור תיכון, הנחה בפועל על ביצוע דילולים כאלה בהיקף גדול ביערות הצפופים שהיו בתחום אחריותו. הוא סבר, שהגדלת המרווחים בין העצים ביער באמצעות הדילולים תגביר את חוסנם של העצים בפני מזיקים. לדוגמה הוא הביע את התרשמותו מכך, שעצי אורן

בפרט, שנכתב על ידי פרופ' קורט מהפקולטה ליערנות בציריך, שוויץ (קורט, 1975). המדריך של קורט, שהוזמן למשימה זו על ידי אגף הייעור של הקק"ל, שיקף במידה רבה את מדיניות הייעור שהייתה נהוגה אז. צפיפות הנטיעה, שעליה המליץ קורט, הייתה 250-350 שתילים לדונם, בבתי גידול טובים וגרוועים בהתאמה. נטיעה של עצי חורש טבעי, במסגרת פעולות הייעור, הוצעה בהיקף מצומצם מאוד, משום שהם נחשבו למינים המתאימים רק לבתי גידול טובים ולגיוון של היער לצידי כבישים או במקומות מיוחדים אחרים. מעבר לכך, קורט סבר, שניתן להשפיע על הרכב המינים ביער רק עם סיום מחזור הגידול של היער ונטיעת הדור השני, ולא באמצעות דילול, שמטרתו ליצור מרחב מחיה מתאים לעצי חורש טבעי עוד במהלך הדור הראשון. כמו כן, קורט הציע לכרות את שכבת השיחים והעצים רחבי העלים במהלך הכנת השטח לנטיעת הדור השני, דבר שהעיד על חוסר החשיבות שייחס לתת היער של מינים רחבי עלים טבעיים.

* חבל ייעור התיכון בקק"ל התקיים עד שנת 1989, ואז בוטל במסגרת שינוי ארגוני, ושטחו חולק בין המרחבים צפון ומרכז של היום. שטחו חפף לאזור הגליל התחתון ולגושי היער אלונים-שפרעם, כרמל ומנשה של היום.

לאחריו נשארים 230-300 עצים לדונם, ודילולים מתונים ותכופים לאחריו. לתפיסתם, ניהול היער בצפיפות גבוהה, שבו מתפתחים ענפי צד דקים והסיקוסים בעץ נותרים קטנים, יבטיח קבלת עץ שאיכותו גבוהה המתאים לניסור. קוליץ (1977), שהיה שותף לאותו ניסוי, סבר, שדווקא הדילולים בעוצמה בינונית (30% מהנפח ו-46% ממספר העצים) ובעוצמה חזקה (40% מהנפח ו-56% ממספר עצים) נתנו את התוצאות הטובות ביותר מבחינת סך כל הייצור.

אבני (1987) סבר, שאין שום סיבה לקבוע את אורך מחזור הגידול של היער על פי המחזור הביולוגי הנגזר משיקולים של תפוקת העץ, כל עוד ניתן לקבל מהיער לשנים רבות שירותים אחרים, שבעיניו היו הרבה יותר חשובים מההכנסות ממכירת העץ. אבני, שהיה אז מנהל חבל ייעור תיכון ולימים מנהל מרכז מרכז וראש מינהל פיתוח הקרקע בקק"ל, ראה ביער החלוץ של אורנים שלב ראשון והכרחי ליצירת יער מאריך ימים, המורכב בעיקר ממינים של רחבי עלים טבעיים. הוא הציע ליצור את היער המעורב של אורנים ורחבי עלים באמצעות זריעה ישירה של בלוטי אלונים ונטיעת שתילים של מינים רחבי עלים נוספים, ביחס של 1:3. למשל, 100-150 שתילי מחטניים ו-30-50 בלוטי אלונים ושתילים של רחבי עלים טבעיים לדונם.

בונה (1987) חיזק את דבריו של אבני באשר לאורך מחזור הגידול של היער, וראה בתפוקת העץ מוצר לוואי של ממשק היער ולא מטרה מרכזית בניהולו. לפיכך, הוא סבר, שאין ליחס לשיקולים כלכליים של תפוקת עץ משקל רב בקביעת אורך מחזור הגידול של היער, שצריך להיות, לדעתו, ארוך ככל הניתן. בונה, שהיה אז מנהל אזור ייעור כרמל-חדרה, ראה במיני החורש הטבעי נכסי צאן ברזל של היער, משום יכולתם הטובה להתחדש לאחר הפרעות ליער, כמו למשל שרפות, והוסיף, שרק יער מעורב יכול להיות בר-קיימא. בונה תיאר את היער המעורב ככזה, שבו עצים בודדים או קבוצות קטנות של עצים ממינים שונים של רחבי עלים טבעיים מפוזרים באופן אקראי בין העצים המחטניים. בונה הוסיף והציע לטפח את מיני החורש הטבעי לא רק באמצעות נטיעה שלהם ביערות חדשים, אלא גם ביער הבוגר, למשל באמצעות זריעה של בלוטי אלונים ליד גדמים של אורנים לאחר דילול היער המחטני. כמו כן, בונה הציע לבצע דילולים בררניים של המחטניים, כדי לפנות מרחב מחייה לעצי חורש רחבי עלים, שהתפתחו באופן טבעי בתנאי הצל החלקי שהמחטניים יוצרים תחתם, ובדרך זו ליצור בהדרגה יער רב-שכבתי, שבו המחטניים מהווים את החופה העליונה של היער ורחבי העלים את תת היער.

נוי-מאיר (1987) מצא שלושה מאפיינים עיקריים לנטיעות הקק"ל עד 1970: (א) אחידות, בעיקר מינים מחטניים ובהם אורן ירושלים כמין שולט; (ב) צפיפות גבוהה של עומדי היער, שתחילתה בנטיעה צפופה של 250-300 עצים לדונם;

ירושלים, שצמחו בשולי היער ולאורך דרכי יער, נפגעו פחות מהמצוקוקוס הא"י.

אילן בן יוסף (1977), שהיה מנהל מחלקת התכנון באגף הייעור, הציע להעלות את הערך הנופי והאסתטי של היער לרווחת הציבור באמצעות נטיעת יערות מעורבים, שבהם משולבים גם כתמים של מינים אטרקטיביים, בעיקר בצמתים של דרכי יער, בסמוך לחניונים ולאזורי נופש פעיל ולאורך ואדיות וערוצי זרימה. הוא האמין, שיער רב-שכבתי מהווה מוקד משיכה לציבור המבקרים ונותן להם תחושה טובה יותר של שהות בטבע. אילן גם המליץ על הקטנת צפיפות הנטיעה, וקרא לביצוע נטיעה במרווחים משתנים ולא אחידים ולהשאיר קרחות קטנות כאמצעי נוסף להגברת הערך הנופי של היער. בתגובה, קרא קרשיץ (1977), שהיה מפקח תפוקת עץ ארצי באגף הייעור, לא להזניח את ההיבט הכלכלי של ניהול היער בישראל. לתפיסתו, יש לשמור על צפיפות היער ברמה שתאפשר קבלת תוצרת עץ איכותית לאורך זמן וגם אין לבצע דילולים חריפים מידי. קרשיץ התנגד ליצירת קרחות ביער בשלב הנטיעה, מחשש שאלה תתמלאנה במינים דומיננטיים ופולשניים, והציע להגדיל את מגוון המינים ביער באמצעות נטיעת מינים מתאימים בחלקות נפרדות ולא בתערובת.

נווה (1978), אשר טען שהגורם הראשוני לתמותה של עצי אורן ירושלים בשער הגיא היה ריכוזים גבוהים של אוזון, טענה אשר שבה ונתמכה מאוחר יותר גם על ידי שילר (2003), הציע, שהקק"ל תפסיק לנטוע אורנים ומינים מחטניים בכלל ותיצור יער רב-מיני ורב-תכליתי, המבוסס על מגוון של מינים של רחבי עלים טבעיים, במיוחד אלונים ואלות. נווה, שהיה חוקר בתחום האקולוגיה בטכניון, ביצע באותן שנים, בשיתוף פעולה עם הקק"ל, מחקרים לגבי אופן השילוב של מיני שיחים ועצים טבעיים ומאוקלמים ביער הנטוע (ספיר, 1979).

ההתנוונות והתמותה של עצי אורן ירושלים כתוצאה מהתקפת המצוקוקוס הא"י ביערות הנטועים נמשכו בשנות ה-80 וה-90 והתרחבו גם ליערות נוספים באזורים הים-תיכוניים בארץ (לרבות ביערות הטבעיים של אורן ירושלים בכרמל). יחד עם התפשטות המזיק, נמשך הוויכוח בנושא מדיניות הייעור של הקק"ל בסוגיות, כמו מטרות הייעור בארץ, אורך מחזור הגידול של היער, מידת הכלכליות של היער, עוצמת הדילול הרצויה והרכב המינים הנכון ביער.

חת ושפטר (1983) בחנו את ההשפעה של עוצמות שונות של הדילול הראשון בגיל 12 ביערות של אורן ירושלים ואורן קפריסאי, שניטעו בצפיפות גבוהה של 350 עצים לדונם. חת, שהיה חוקר בתחנה לחקר היער "אילנות", שעברה בהמשך למכון וולקני, ושפטר, שהיה מנהל מדור סקר היער באגף הייעור של הקק"ל, מצאו שסך כל הייצור לא הושפע מעוצמת הדילול. עם זאת, הם המליצו על דילול ראשון מתון, אשר

מרכזי רוח ובהנחיית דוד נחמיאס, מנהל מינהל פיתוח הקרקע דאז (בונה, 1990). ברקע למסמך המדיניות החדש הוגדרו המטרות המגוונות של היער הרב-תכליתי הרצוי בתחום הסביבתי, החברתי, הכלכלי ושמירת הקרקע. במסמך גם הודגש הצורך ליצור יער בר-קיימא, עמיד ומאריך ימים, שניתן יהיה לנהלו בצורה מיטבית במשאבים וכוח אדם מצומצמים. כמו כן, צוינו בו הבעיות העיקריות של הדור הראשון של היער הנטוע בישראל, הנובעות מהיותו חד-מיני וצפוף ולפיכך בעל עמידות נמוכה למזיקים ולשרפות ובעל אורך מחזור גידול קצר מהרצוי. במסמך הוצעו מספר דרכי פעולה הדרושות ליצירת דור שני של יערות, העמיד ומאריך ימים יותר מקודמו כדלקמן:

א. ביצוע תכנית להשבחת עצי היער בישראל: התכנית הייתה נחוצה במיוחד במין אורן ירושלים, הזאת באמצעות איסוף זרעים מעצים מצטיינים של מין זה ביער הטבעי בכרמל, מעצים בריאים שנותרו בחלקות אורן ירושלים שנפגעו קשה על ידי המצוקוקוס הא"י, ומעצי אורן ירושלים ממקורות יוניים אשר נמצאו עמידים יותר בפני המזיק (Mendel, 1984; 1998) ומתאימים לתנאי הארץ היובשניים (שילר ועצמון, 2009). כמו כן, הוצע להקפיד על נטיעת מינים שונים של העצים על פי התאמתם לבתי הגידול באתרי הנטיעה.

נטיעה מעורבת בגיל 15 שנים ברמת הגולן, שבה רחבי עלים טבעיים, אורנים ואקליפטוסים ניטעו בקבוצות נפרדות בשטח של כעשרה דונם כל אחת. רחבי העלים שניטעו (מופיעים בקדמת התמונה) היו: אלון תבור, חרוב מצוי ואלה אטלנטית. מאחור חלקות נפרדות של אורן הצנובר, אורן ברוטיה ואקליפטוסים שונים.

15-year-old mixed plantation in the Golan Heights in which broadleaves, pines and eucalypts were planted in different plots, each about 1 hectare in size. Broadleaves planted (in the foreground) were *Quercus ithaborensis*, *Ceratonia siliqua* and *Pistacia atlantica*. Behind are separate plots planted with *Pinus pinea*, *Pinus brutia*, and eucalypts.



(ג) כישלון בביצוע דילול עומדי היער במועד. נוי-מאיר, שהיה חוקר בתחום האקולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים, הקדיש את שנת השבתון שלו ב-1987 ללימוד ממשק היער בק"ל. התרשמויותיו ומסקנותיו מסוכמים במאמרו הנ"ל. נוי-מאיר הבין את השיקולים שהובילו לגיבוש מדיניות הייעור בנטיעת יערות החלוקן, לנוכח האתגרים והקשיים שאיתם היה צורך להתמודד. הוא גם ציין את התפקיד החשוב שמילאו מיני החלוקן ביצירת צל, לחות ותנאי קרקע משופרים, אשר חיוניים לנביטה ולהתבססות של מינים רחבי עלים טבעיים, שייצרו את הדור השני של היער. לדעתו, ההחלפה הטבעית של מיני האורן המבוגרים הנטועים במינים רחבי עלים טבעיים נמצאת בעיצומה ביערות רבים, על אף שמדובר בתהליך איטי מטבעו. נוי-מאיר הציע להכיר במגרות הקיימות ביערות החלוקן של הדור הראשון, שעקב הצפיפות הגבוהה, העצים רגישים יותר לפגעי מזיקים, מחלות ויובש מתמשך. הוא סבר, שאורך מחזור הגידול של יערות הדור הראשון יהיה קצר יותר מהמצופה. כמו כן, היער הטהור של אורנים יצר, לדעתו, מראה נופי נחות והביא לכינויים כ"מדבריות האורן". נוי מאיר סבר, שהאתגר העיקרי בניהול יערות הדור השני יהיה יצירת יער מאריך ימים ובר-קיימא, שלא יהיה צורך לחדשו כל כמה עשורים. אתגר זה יכול להיות מושג על ידי טיפוח מיני חורש טבעי ועידוד התהליכים של חידוש טבעי וסוקצסיה ביער.

המעבר מיערות חד-מיניים של אורן ירושלים ליערות מעורבים החל עוד לפני הבחינה וההמלצות של נוי-מאיר (טל, 2014). ללא החלטה רשמית בנושא, חלה עלייה משמעותית בנטיעת מיני חורש טבעי על ידי הקק"ל באזור הים-תיכוני בארץ: ממוצע של 4.6% מסך כל השתילים שניטעו בשנים 1983-1985 ל-15.3% בשנים 1986-1987 (יוספי, 1988). עלייה זו הייתה המשמעותית ביותר בחבל ייעור התיכון, שבו בשנים 1986-1987, 25% מסך כל השתילים שניטעו היו מיני חורש טבעי רחבי עלים בהשוואה ל-14.3% ול-7.5% בחבלים צפון ומרכז בהתאמה.

הצורך במדיניות ייעור חדשה

בשנים שעברו מאז סיום התקופה, שבה התווה יוסף ויץ ללא עוררין את מדיניות הייעור בישראל (1970-1920), גבר הצורך בגיבוש מדיניות ייעור חדשה. מנהלי היער החלו לשנות בהדרגה ובאופן מקומי את הרכב המינים בנטיעה ולהגביר את עוצמת הדילולים, אך עדיין לא כחלק ממדיניות כוללת. התפשטות נזקי המצוקוקוס הא"י ביערות אורן ירושלים, שהיוו את חוט השדרה של מפעל הייעור של קק"ל עד אז, חיזקה את הצורך לשנות באופן מהותי את מדיניות הייעור בישראל.

רק ב-1990 בשלו התנאים לפרסום מדיניות ייעור חדשה על ידי צוות של אגף הייעור של קק"ל, שבראשו עמד אז

2015–2012	2012–1990	1990–1970	1970–1950	התקופה Afforestation period
3.6–2.7	3.0–2.5	2.5–2.0	2.0–1.5	מרחקי הנטיעה (מ') Planting spacing (m)
140–80	167–133	250–167	400–250	צפיפות הנטיעה (עצים לדונם) Planting density (tree/dunam)
65	85	145	200	צפיפות היער בגיל 10 (עצים לדונם) Planting density (tree/dunam)
40	55	90	140	צפיפות היער בגיל 20 (עצים לדונם) Planting density (tree/dunam)
28	35	60	80	צפיפות היער בגיל 30 (עצים לדונם) Planting density (tree/dunam)
20	25	45	50	צפיפות היער בגיל 40 (עצים לדונם) Planting density (tree/dunam)

1 hectare = 10 dunam

טבלה 1: השינויים בצפיפות הנטיעה וצפיפות היער בגילים שונים באזור הים-תיכוני בישראל בשנים 2015–1950.

Table 1: Changes in planting spacing and stand density for coniferous forests in the Mediterranean Region in Israel.

היער, לפיו יש למזער, ככל הניתן, את תפוקת העץ מהיער באמצעות ביצוע דילולים חריפים ומוקדמים, כפי שהוצע בתכנית של 1990. אולם, בראשית שנות ה-90 באה דרישה ממנסרות וממפעלי עץ אחרים לחתימת חוזים ארוכי-טווח לאספקת עץ מיערות קק"ל, ואף החלו דיונים על הקמת מפעל גדול לייצור MDF (Medium Density Fiberboard), שביקש לקלוט כ-100,000 טון עץ לשנה מיערות הקק"ל. שינוי זה בשוק העץ המקומי חייב את קק"ל להיערך לניהול מושכל של היער, באופן שיאפשר טיפול מסודר ביער ואספקת עץ קבועה למפעלים. משום כך, נוסף עוד נדבך לתכנית ממשק היער – ניהול יער פרודוקטיבי בצד יער לא פרודוקטיבי (בונה, 1993; 1994). לשם גיבוש מדיניות זו נעזרה הקק"ל גם בהמלצות של צוות משירות הייעור האמריקני שביקר בארץ (Sebelius & Peterson, 1993). היער הפרודוקטיבי היה מיועד לבתי גידול איכותיים הנגישים לציד מכוני, והיה אמור לספק את עיקר תוצרת העץ, בנוסף לתועלות האחרות. היער הלא פרודוקטיבי, בבתי גידול קשים ולא נגישים, היה אמור להינטע בצפיפות נמוכה של כ-110 עצים לדונם, והומלץ לבצע בו דילול יחיד בגיל צעיר לצפיפות של 40 עצים לדונם. בנוסף לכך, הקק"ל הזמינה עבודת מחקר לבדיקת התכונות הטכנולוגיות של עצי האורן מיערות הקק"ל (קורין, 1995). עבודתו של קורין הראתה, שאיכות עץ האורן המקומי אינה נופלת מזו של עץ מיובא וניתן לעשות בו שימוש לנגרות ולבניין.

מפעל ה-MDF אמנם הוקם באזור התעשייה בגליל התחתון, ופעל בשנים 1996–2001, עת נסגר מחוסר כדאיות כלכלית, עקב ירידת מחירי ה-MDF בשוק העולמי. סגירת

ב. נטיעת יער רב-מיני: יער המורכב מתת-יחידות שגודלן עד 10 דונם לערך. בכל תת-יחידה יהווה מין מחטני מוביל 50% ממספר השתילים, עוד 25% יהוו מינים מחטניים משניים, ושאר 25 האחוזים יהוו המינים הטבעיים של רחבי עלים. שתילי המינים של רחבי עלים יעורבבו כבודדים או בקבוצות באופן אקראי בין המינים המחטניים (תמונת השער) או יינטעו בכתמים נפרדים בשטח של מספר דונמים כל אחד (ראו תמונה בעמ' קודם).

ג. הקטנת צפיפות הנטיעה וצפיפות היער בגילים השונים: צפיפות הנטיעה וצפיפות העומד בגילים השונים קטנה בכ-40% ביחס להמלצות הקודמות (טבלה 1). מחזוריות הדילול הוארכה מ-7 ל-10 שנים, ועוצמת הדילול המרבית נקבעה ל-30 אחוז מהנפח.

ביערות בתנאי בית גידול טובים ונגישים הומלץ לבצע שלושה דילולים במהלך מחזור הגידול, ואילו בבתי גידול קשים ולא נגישים הומלץ לבצע דילול אחד במהלך מחזור הגידול, כאשר גובה העצים הוא 2.5–3.0 מ', בגיל 8–12 לערך. כמו כן, הומלץ לעודד את התפתחות מיני החורש הטבעי שבתת היער באמצעות דילולים בררניים, שבהם יוצאו עצי מחט המפריעים להתפתחותם.

המצב ששרר בשוק העץ בארץ בשנות ה-80 של המאה הקודמת, שבו נסגרו מרבית המפעלים שקלטו את תוצרת העץ מיערות קק"ל: לוחות הגליל-גורן, תע"ל-משמרות, קלת-אפיקים ולבידי-אשקלון, גרם לחשש אמיתי, שבהיעדר שוק לתוצרת העץ מיערות קק"ל, לא ניתן יהיה לטפל ביער כנדרש. מצב זה עודד את הגישה של ניהול אקסטנסיבי של

תכניות מפורטות, המחויבות מכוחה של תמ"א 22, וכן כנגד עבודות יערניות הפוגעות בסביבה, כגון ריסוסים, שרפה, עיבוד באמצעות ציוד הנדסי כבד, ונטיעת מינים שאינם מתאימים לחבלי הארץ השונים (במשמע אורנים), וכל זאת ללא קבלת היתרים כנדרש (בג"צ 288/00). הייתה זו הפעם הראשונה שהמאבק המתמשך על דמות היער בארץ ואופן ניהולו הגיעו לפתחו של בית המשפט העליון. בית המשפט, בפסקתו מ-2001, בחר לא להכריע בסוגיות המקצועיות, אך בתחום התכנוני חייב את הכנתן של תכניות מפורטות ליערות וקבלת אישור לנטיעה מועדה, שתפעל במשרד להגנת הסביבה. מן הראוי לציין, שבעת הגשת העתירה לבג"ץ והדיונים המתמשכים שהתקיימו בעקבותיה, מרבית הטענות שהעלו העותרים בדבר מדיניות הנטיעה של קק"ל כבר לא היו רלוונטיים מזה עשור, בעקבות פרסום התכנית החדשה לממשק היער ב-1990 והשינויים שחלו בממשק היער בעקבותיה. גם בשנים שלאחר פסיקת הבג"צ נמשכה הביקורת על עצם פעולות הייעור של הקק"ל מצד גורמים ברשות הטבע והגנים (אנגרט ושקדי, 2004), ובחברה להגנת הטבע (החברה להגנת הטבע, 2012), אשר קבעו שיש להימנע מפעולות ייעור בשטחי בתה ולאפשר המשך נטיעות רק בשטחי חקלאות זנוחים ושטחי מעוזבות. מאחר שרובם ככולם של השטחים המיועדים לייעור על פי תמ"א 22 הם מן הסתם שטחי בתה, עמדה זו, המקדשת את שטחי הבתה, למרות שהם נפוצים למדי באזור הים-תיכוני בישראל, מייצגת בעצם את אותה גישה ישנה ומוכרת ששמה לה למטרה להפסיק את מפעל הייעור של הקק"ל.

אימוץ מדיניות של ייעור בר-קיימא

אלון טל, שעמד בראש אגודת "אדם טבע ודין" בעת הגשת הבג"ץ בנושא מדיניות הייעור של קק"ל, הצטרף ב-2002 לדירקטוריון של הקק"ל, שם הוביל תהליך של גיבוש עקרונות למדיניות של פיתוח בר-קיימא לכל תחומי הפעילות של מינהל פיתוח הקרקע בקק"ל, ובראש וראשונה לנושא הייעור. על פי המדיניות לייעור בר-קיימא, אשר אושרה על ידי דירקטוריון הקק"ל ב-2007, האתגר המדעי והיישומי העיקרי שהועמד בפני יערני הקק"ל היה להחליף באופן הדרגתי את הדור הראשון של יערות החלוץ בדור שני של יערות מעורבים ורב-גיליים (קק"ל, 2007). המדיניות לייעור בר-קיימא כללה עקרונות חשובים נוספים, כגון:

- עידוד תהליכים טבעיים, ככל הניתן, בעת חידוש יער.
- טיפוח מינים של שיחים ועצים טבעיים שבתת היער כחלק חשוב מהרכב המינים בו.
- ממשק היער צריך להיות יותר אקסטנסיבי ומשך הזמן בין פעולות הממשק ביער צריך לגדול.

המפעל, שבשנות פעולתו המעטות קלט כ-450,000 טון עץ מיערות קק"ל וקידם במידה רבה את הטיפול ביער, החזירה את הגישה לגבי המקום של תפוקת העץ בממשק היער לזו שהייתה מקובלת בשנות ה-80. עם זאת, מן הראוי לציין, שתפוקת עץ, פועל יוצא של דילולים וכריתות, היא מוצר לוואי בלתי נמנע של ניהול היער גם בגישת ניהול אקסטנסיבית. חשוב ליצור שוק לתוצרת עץ זו ולעודד פעילות של קבלני כריתה על מנת לאפשר את ביצוע הטיפולים ביער כסדרם.

אישור תמ"א 22

בשנת 1995 אושרה תמ"א 22 על ידי ממשלת ישראל (קק"ל, 1995). ייחודה של התכנית, המתייחסת לשטח של 1,621 קמ"ר, שהיא כוללת את כל מגוון בתי הגידול המאפיינים את השטחים הפתוחים בישראל: יערות נטועים, חורשים טבעיים, גריגות, בתות ושטחים עשבוניים, וכמו כן רצועות נחלים ורכסי הכורכר במישור החוף. שטחי היער הנטוע, המחטני ברובו, הן הקיים והן המוצע, מהווים רק 42% משטח התכנית; 32% מיועדים לשיקום ולטיפוח החורש הטבעי המדוכא ולנטיעת יערות פארק במינים של רחבי עלים טבעיים; 26% מיועדים לשימור המצב הקיים עם ממשק מזערי (קק"ל, 1995). אישור התכנית קבע גבולות סופיים לייעור בישראל והיה אמור לשים קץ לוויכוחי העבר על עצם הנטיעה של שטחי יער חדשים בישראל. אישור תמ"א 22 גם הציב בפני יערני הקק"ל אתגרים חדשים הקשורים בניהול של מגוון בתי גידול, ולראשונה מתן דגש למינים הטבעיים שבבתי גידול אלה. כמו כן, עיקר הנטיעות החדשות, שהוצעו בתכנית, היו של חורשים ויערות פארק, המורכבים ממינים של רחבי עלים טבעיים, דבר שחייב פיתוח גישות חדשות להצלחת הביסוס של מינים אלה בניגוד לכישלונות בעבר (Bonneh, 2000; בונה וחוב, 2002; גינסברג, 2003; הר וחוב, 2009; הר וחוב, 2011).

התכנית של ממשק היער מ-1990 ותמ"א 22, שאושרה ב-1995, אימצו הלכה למעשה, גם בתחום התכנון ובמיוחד בתחום הממשק, רבים מהעקרונות שהוצעו לאורך השנים לניהול היער בישראל על ידי המערערים על מדיניות הייעור של הקק"ל, בהנהגתו של יוסף ויץ. ניתן היה לחשוב שהשינויים במדיניות הייעור של הקק"ל ואישור תמ"א 22, שלקידומה היו שותפים מלאים רשות שמורות הטבע והחברה להגנת הטבע, יביאו לעידן חדש ביחסם של גופים אלה למדיניות הייעור של קק"ל, אך ההיפך מכך קרה.

אביבה רבינוביץ, המדענית הראשית לשעבר של רשות הטבע והגנים, יזמה ב-1998 יחד עם דן פרי, המנכ"ל לשעבר של הרשות, איש האקדמיה זאב נווה ו"אדם טבע ודין – אגודה ישראלית להגנה על הסביבה" עתירה לבג"צ בנושא מדיניות הייעור של קק"ל (טל, 2014). הטענות העיקריות בעתירה התייחסו לביצוע פעולות יערניות ללא הכנה של

ראוי, לדעתו, לעשות שימוש במינים ובתהליכים טבעיים ולא ליישם חומרים כימיים. דווקא ביערות טבעיים בשמורות טבע רבות בארץ, נדרש, לדעתו של פרבולוצקי, להפעיל ממשק אקטיבי, כדי למנוע כיסוי ההולך וגדל של הצומח המעוצה, וזאת כדי להשיג את מטרות השימור.

מנדל (2011) בתשובה, קבע, שייצור עצה על פי עקרונות היער המסחרי, לא היה מעולם יעד ראשי של הייעור בישראל, וכריתות מלאות בוצעו רק כפועל יוצא של קטסטרופות, כגון שרפות ופגיעות של כנימת המצוקוקוס ולא לשם תפוקת עץ. מנדל, חוקר בתחום האנטומולוגיה במינהל המחקר החקלאי, סבר שנקיטת גישה שלפיה היער יתפתח ללא ממשק ובקרה יערנית יביא להתנוונותו, והמטרה לפתח יער רם, חסון ומאריך ימים בארץ מחייבת ממשק יער מקצועי ואינטנסיבי.

טאובר (2011), שמילא אז את מקומו של מנהל אגף הייעור, הצדיק את גישתו של פרבולוצקי, שאין להמשיך בגישת הייעור הקלאסית של נטיעה, דילול, כריתה, שוב נטיעה וחוזר חלילה, אך ציין שהרכבת לכיוון של יער רב-מיני ורב-גילי, המתחדש באופן טבעי ומנוהל באופן אקסטנסיבי – כבר יצאה לדרכה. טאובר וגם זהבי (2011) סבורים, שנטיעה צפופה יחסית נחוצה כדי לאפשר לבחור מבין כל העצים את אלה המצטיינים, שסיכוייהם להאריך ימים רבים (אם בזכות הרכבם הגנטי או בשל הנטיעה הטובה בה ניטעו).

ההמלצות המקצועיות, שהתפרסמו במסמך משותף לקק"ל ולרשות הטבע והגנים באשר לממשק יערות אורן ירושלים בכרמל, חייבו גם הן ממשק לפתיחת יער האורנים הסבוך, הן הנטוע והן הטבעי, למניעת שרפות, להגדלת המגוון הביולוגי ולעידוד ההתחדשות של רחבי עלים (אשכנזי, 2004). בחורש הטבעי של אורן ירושלים הומלץ לפתוח ולדלל בכל אזור כ-75% משטחו ובשאר השטח להשאיר חורש צפוף ללא טיפול, כדי לשמר בית גידול אשר מתאים למינים הזקוקים לנוף סבוך. ביערות האורן הנטועים והטבעיים הומלץ לבצע דילולים כל 10-12 שנים עד לקבלת צפיפות יער של כ-30 עצים לדונם וליצור במהלכם קרחות קטנות. גם בהמלצות הממשק שפרסם המשרד להגנת הסביבה בעקבות השרפה בכרמל ב-2010, נקבע, שנדרש ממשק לעיצוב הצומח המעוצה של עצי אורן ירושלים, הן של זריעים ועצים צעירים שנבטו והתפתחו בעקבות השרפה והן ביערות מבוגרים, באמצעות דילולים חוזרים, כדי ליצור יער מעורב של אורן ירושלים ואלון מצוי, שבו השכבה של האורנים דלילה (בונה וחוב', 2011).

בשנת 2012 פרסמה הקק"ל את תורת ניהול היער בישראל (אוסס וחוב', 2012). על פי תכנית זו, מטרת העל של מפעל הייעור בישראל היא לספק מגוון שירותים אקולוגיים לתושבי הארץ. מבין השירותים האלה ראוי לציין את השיקום של בתי גידול פגועים, יצירת קווי חץ מסביב ליישובים וקיבוע פחמן, כמטרות שנוספו על אלה שצוינו עד אז.

כמו כן נקבע, שלכל יער יוכן סקר אקולוגי-סביבתי, שבו יפורטו ערכי טבע ונוף שיש לשמרם במסגרת פעולות הייעור.

הממשק לאימוץ מדיניות זו של ייעור בר-קיימא על ידי דירקטוריון הקק"ל, הוצעו הגדרה ומסגרת עבודה לניהול בר-קיימא של היערות המחטניים באזור הים-תיכוני בישראל, בהתבסס על:

- חלוקת היער ליחידות ניהוליות בהתאם למטרות היער.
- קביעת תצורת הצומח הרצויה בכל יחידת ניהול בהתאם למטרות היער והתנאים האקולוגיים שבה.
- קביעת כלי ניהול הדרושים להשגת "יער היעד" שהוגדר.
- ניטור וניתוח של תוצאות הממשק באמצעות מערכת של קריטריונים ומדדים (Osem et al., 2008).

פרסום תורת ניהול היער, 2012

המאמץ של קק"ל לנסח תורת ייעור ישראלית מעודכנת, הביא מספר חוקרי יער לגבש נייר עמדה משותף, שבו עקרוניות לניהול היער המחטני הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל (אוסס וחוב', 2011). הם הציעו לנהל את היער בארץ על פי העקרונות הבאים:

1. **ממשק מונחה מטרה:** סיווג היערות על פי ייעודים והתאמת הממשק אליהם. הם סיווגו את היער לארבעה ייעודים: יער נופי-אקולוגי רב-תכליתי (כ-70% משטח היער); יער לנופש; אזורי חץ להגנה משרפות; יער לניטור ומחקר.
2. **ממשק מסתגל אדפטיבי:** ליווי פעולות הממשק ובחינת יעילותן על ידי ניטור התוצאות בשטח ומחקר ארוך-טווח, שיסייעו לשפר את הממשק לאורך זמן.
3. **התבססות,** ככל הניתן, על תהליכים טבעיים והתמקדות הממשק בהכוונת תהליכים אלה לפי היעדים.
4. **חתימה להתאמת הייעוד,** המבנה וההרכב של היער לתנאים הייחודיים של כל בית גידול.

לא עבר זמן רב ושוב נתגלו חילוקי דעות, בין חלק מאותם חוקרי יער, כפי שבאו לידי ביטוי במדור "פולמוס" בגיליון 12 של "יער". פרבולוצקי (2011) הציע תפיסה שונה של ניהול היערות בישראל. לדעתו, ממשק יער המבוסס על עקרונות ניהול היער המסחרי (צפיפות נטיעה גבוהה, משטר של דילולים תכופים, מחזוריות הכריתה וחידוש היער), אינו מתאים ליער שהתפתח בישראל, שאינו מסחרי בהגדרה. פרבולוצקי, חוקר בתחום המרעה ושטחים פתוחים במינהל המחקר החקלאי, הציע אלטרנטיבה של ממשק אקולוגי למרבית שטחי היער הנטוע בישראל במטרה לשמור או להשיב את מבנה ותפקוד המערכת, ככל הניתן, למצב הדומה לטבעי, באמצעות ממשק אקסטנסיבי מאוד. הוא טען, שניהול כזה תקף, גם אם ביער האקולוגי צפיפות העצים והצטברות הביומסה יגבירו את סכנת השרפות. כמו כן, ביער אקולוגי

1990, כאשר מינהל פיתוח הקרקע בקק"ל פרסם תכנית ניהול מעודכנת ליערות הנטועים בישראל. התכנית המליצה על הקמה וניהול של יער רב-מיני ורב-שכבתי, יער דליל יותר במידה רבה מכפי שהיה מקובל לפני כן, המותאם לבית גידולו, ועמיד יותר בפני הפרעות וגורמי נזק שונים. בנושא אורך מחזור הגידול של היער, נושא שתפס מקום נרחב בשיח המקצועי היערי בשנות ה-70 וה-80, התכנית קבעה, שסיום מחזור הגידול של היער יכול לנבוע משרפות, ממזיקים, ממחלות ומהזדקנות היער, ואין מקום לכריתת היער בשל שיקולים כלכליים של תפוקת עץ, המקובלים ביערות מסחריים. מאז פרסום התכנית של 1990 נוספו עוד תכניות בעלות משמעות לממשק היער בדמות אישור תמ"א 22 ב-1995, אימוץ מדיניות של ייעור בר-קיימא על ידי דירקטוריון הקק"ל ב-2007 ופרסום תורת ניהול היער בישראל ב-2012.

למרות השינוי המשמעותי במדיניות הייעור וממשק היער בישראל מאז 1970, מתפיסת הייעור "הקלאסית" לגישה של ייעור בר-קיימא, שבו העדפה למינים ולתהליכים טבעיים, עדיין ניצבים בפני מנהלי היער בישראל אתגרים רבים: כיצד להגדיל את מרחב המחיה של העצים ואת המגוון הביולוגי ולעודד את התחדשות רחבי העלים בתת היער, תוך הקטנת אינטנסיביות הטיפול ביער; איך ליצור מורכבות מבנית, כתמיות וקרחות ביער מבלי לעודד התנחלות של מינים פולשים ומתפרצים; כיצד לשמר ולטפח את השוק הקטן למוצרי העץ מהיער, שחיוני ליכולת להמשיך בטיפול הדילול על פי הצורך. אלה הם רק אחדים מהאתגרים הניצבים היום בפני מנהלי היער בישראל.

מקורות

- אבני, ג. (1987). תכנון ארוך טווח של ממשק היערות המחטניים. הק"פ היער, 43: 2-4.
- אוסס, י., מנדל, צ., נאמן, ג., פרבולוצקי, א. ושלר, ג. (2011). היער המחטני הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל: דיון בעקרונות הממשק. נייר עמדה של מדעני יער בישראל. אקולוגיה וסביבה, 1: 68-69.
- אוסס, י., ברנד, ד., טאובר, י., פרבולוצקי, א. וצורף, ח. (2012). תורת ניהול היער בישראל, מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער בישראל. אשתאול: קרן קימת לישראל, 65 עמ'.
- אילן, ע. (1980). יערות ישראל לאן? עם ואדמתו, 43: 8-10.
- אלון, ע. (1971). הרהורים וערעורים על מדיניות הייעור. טבע וארץ, 13: 204-211.
- אנגרט, נ. וסקדי, י. (2004). בתות בסובב הים-תיכוני: הבטים בתכנון. המסמך זמין באתר: <http://www.ios.org.il/site/word/bata1.med.doc>
- אשכנזי, ש. (2004). ממשק הצומח המעוצה בכרמל בדגש על ממשק יערות אורן ירושלים (*Pinus halepensis* Mill.). הקרן הקימת לישראל ורשות הטבע והגנים, 158 עמ'.
- בג"ץ 288/00 (2001). אדם טבע ודין, אגודה ישראלית להגנת הסביבה נגד שר הפנים. http://www.constitution.org.il/index.php?option=com_consti_comp&mytask=view&class=1&id=760

תורת ניהול היער קבעה עקרונות לניהול יער בר-קיימא בישראל, והוסיפה לשיח המקצועי היערי, שהתנהל עד אז, מושגים, כמו ממשק אדפטיבי מוכוון מטרה, מורכבות וכתמיות של היער ואת עקרון הרציפות, ניהול היער כמערכת רציפה במרחב ובזמן המקיימת כיסוי צמחי מתמשך.

צפיפות הנטיעה הרגילה, על פי תורת ניהול היער של 2012, קטנה בכ-25% ביחס להמלצות של 1990 (טבלה 1). לנטיעות מיוחדות נקבע מתאם הפוך בין אינטנסיביות הטיפול (גודל השתיל ומתן טיפולי עזר, כמו השקיה, חיפוי ברסק עץ והתקנת צינורות פלסטיק) לצפיפות הנטיעה. גם צפיפות היער בגילים השונים הופחתה בכ-25% נוספים ביחס להמלצות של 1990 (טבלה 1).

שילר (2013) סבור, שהאתגרים העיקריים הקשורים בהסבה של יער החלוץ ליער בר-קיימא הם: (א) גיבוש פעילות יערנית מסודרת, במיוחד דילול, להכוונת ההתפתחות של תת-יער של רחבי עלים מתחת לשכבת היער העליונה, המורכבת מעצי מחט; (ב) פיתוח דור שני של יער, שיהיה מאריך ימים ובר-קיימא.

סיכום

מדיניות הייעור שהונהגה ב-50 השנים הראשונות של מפעל הייעור של הקק"ל נקבעה במידה רבה על ידי יוסף ויץ, אשר נחשב ל"אבי היערות". ויץ הוביל בשנים 1920-1970 את חזון הייעור של ארץ ישראל, את היישום שלו הלכה למעשה וקבע את התורה המקצועית שלפיה פעלו יערי הקק"ל. ויץ אימץ את גישת הייעור הקלאסית, אשר דגלה בנטיעת יערות צפופים וחד-מיניים, של אורן ירושלים בעיקר, אשר הביאה להצלחה בנטיעה ובביסוס של יערות בהיקף נרחב. זאת, משום התאמתו של אורן ירושלים לבתי גידול קשים ויובשניים, שיעור ההישרדות הגבוה שלו וקצב צימוחו המהיר. דמותו הכריזמטית של ויץ אפשרה לו להדוף את הניסיונות המרובים לערער על תורת הייעור שאותה הוביל ואשר החלו להישמע כבר בסוף שנות ה-30 של המאה הקודמת על ידי גינדל ובודנהיימר ובהמשך על ידי אנשי התנועה הסביבתית בישראל ובראשם עזריה אלון. ב-1966, לאחר פרישת ויץ מתפקידו כראש מינהל פיתוח הקרקע, החל תהליך שינוי הדרגתי בממשק היער ובמדיניות הייעור בישראל. תהליך זה הואץ ככל שגברה הפגיעה ביערות אורן ירושלים, מין הייעור העיקרי עד אז, המיוחסת להתקפת המצוקוקוס הא". גיוון של הרכב המינים המחטניים בנטיעות הקק"ל החל למעשה כבר בראשית שנות ה-70, ומאמצע שנות ה-80 נוספו באופן משמעותי גם מינים של רחבי עלים טבעיים להרכב המינים בנטיעות היערניות. כמו כן, בחלק מהיערות שניטעו בצפיפות רבה בוצעו, בניגוד למקובל בעבר, דילולים חריפים. שינויים אלה בממשק היער, שהונהגו בצורה מעשית ביערות רבים, קיבלו אישור רשמי רק בשנת

- בונה, ע. (1987). ממשק היער המחטני וחיידוש היער. הק"פ היער, 43: 4-6.
- בונה, ע. (1990). תכנית מעודכנת לניהול וטיפול ביערות נטע אדם - ינואר 1990. ירושלים: אגף הייעור, מינהל פיתוח הקרקע, קק"ל, 9 עמ'.
- בונה, ע. (1993). יער פרודוקטיבי ולא פרודוקטיבי, נדבך נוסף בתכנית ממשק היער. עלון מידע ליערנים, 7: 1-4.
- בונה, ע. (1994). שינוי צפיפות העצים ביער הפרודוקטיבי. עלון מידע ליערנים, 9: 4-6.
- בונה, ע. אוסם, י. ואלבז, נ. (2011). ממשק צומח מעוצה, המלצות ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל. המשרד להגנת הסביבה, עמ' 17-25.
- בונה, ע., טרחוב, ר. וליטמנוביץ, ז. (2002). השפעת השימוש בצינורות פלסטיק על ההשרדות וההתפתחות של שמונה מיני חורש טבעי בנטיעת יערות בישראל. יער, 1: 28-32.
- בן יוסף, א. (1977). איך לנטוע יערות יפים יותר. יערון, 6: 5-13.
- בן יוסף, א. (1978). הכדאיות הכלכלית של יערות האורן - כפטה מורגנה. יערון, 8: 10-11.
- בן שמש, ש. (1992). ראיון עם טוביה אשבל - 17.5.1992.
- גינסברג, פ. (2003). ייעור אקולוגי ככלי לפיתוח נוף בר-קיימא באזורים צחיחים וים-תיכוניים בישראל. יער, 3: 2-7.
- החברה להגנת הטבע (2012) נוף פתוח הולך ונעלם - המגוון הביולוגי של הבתה והשטחים העשבוניים. תל אביב: החברה להגנת הטבע, 34 עמ'.
- הר, נ., בונה, ע., בנישו, א., בן-ישי, ש., גינסברג, פ. ווינברגר, מ. (2009). גורמים המשפיעים על הקליטה וההתפתחות של עצי אלון התבור מועתקים. יער, 11: 32-40.
- הר, נ., משה, י. ומדמוני, ע. (2011). זריעת בלוטי אלון התבור כדרך להקמת יער במרחב הביוספרי רמת מנשה. יער, 12: 28-36.
- ויץ, י. (1970). היער והייעור בישראל. ירושלים: מסדה בע"מ, 622 עמ'.
- זהבי, ע. (2011) ייעור בישראל - האלטרנטיבה האקולוגית (תשובה למאמרו של אבי פרובולוצקי). יער, 12: 79-81.
- חת, ד. ושפטר, א. (1983). השפעת עוצמת הדילול על ההתפתחות של אורן ירושלים ואורן ברותיה. ליערן, 33: 13-18.
- טאובר, י. (2011) ייעור בישראל - האלטרנטיבה האקולוגית (תשובה למאמרו של אבי פרובולוצקי). יער, 12: 77-79.
- טל, א. (2014). כל עצי היער. החורש בישראל, מתקופת התנ"ך עד ימינו. תל אביב: הוצאת הקיבוץ המאוחד, 351 עמ'.
- יוספי, א. (1977 א'). עקרונות ניהול היער. יערון, 3: 13-14.
- יוספי, א. (1977 ב'). חישוב הוצאות-הכנסות של יער אורן באיכות א'. יערון, 7: 5-8.
- יוספי, א. (1988). שינויים ומגמות במגוון המינים בנטיעת יערות בחבלים הים-תיכוניים בישראל. סיכום הרצאה בהשתלמות מס' 32 בנושא: נטיעת עצי חורש טבעי ביער. צפת: המדרשה הגלילית לפיתוח הסביבה ושימורה, חוברת מס' 2: 1-6.
- ליפשיץ, נ. וביגר, ג. (1993). עלייתו ונפילתו של אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי בארץ ישראל. ירושלים: קרן קימת לישראל, 24 עמ'.
- ליפשיץ, נ. וביגר, ג. (2000). נלבישך שלמת ירק - הייעור בארץ ישראל: מאה השנים ראשונות 1850-1950. ירושלים: הוצאת קרן קימת לישראל ואריאל, 265 עמ'.
- מנדל, צ. (2011). האלטרנטיבה האקולוגית לייעור? עם כזו אלטרנטיבה לא יהיה יער. יער, 12: 73-77.
- נווה, ז. (1952). המרעה הטבעי ומפעל הייעור. השדה, 32: 47-49.
- נווה, ז. (1978). הנוק שנגרם לעצי אורן על ידי אוזון פוטוכימי בקליפורניה ובישראל. יערון, 9: 5-11.
- נוי-מאיר, ע. (1987). תורת הייעור בארץ-ישראל: עבר ועתיד. השדה, ס"ז (ז'): 1431-1435, 1452.
- ספר, ג. (1979). אקלום עצים ושיחים למטרות ייעור רב-תכליתי. יערון, 14: 20-21.
- פלד, נ. (1977) המצב הנוכחי של היערות. יערון, 4: 2-6.
- פרבולוצקי, א. (2011). ייעור בישראל - האלטרנטיבה האקולוגית. יער, 12: 66-73.
- קוליק, מ. (1977). טיפול ביערות עצי מחט. יערון, 8: 14-8.
- קורט, א. (1975). מדרוך לתכנון יערני (יער שגב).
- קורין, א. (1995) בדיקת תכונות של עץ יער ישראלי. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, הפקולטה להנדסה אזרחית, 56 עמ'.
- קפלן, מ. (2011). תמ"א 22, תכנית מתאר ארצית ליער וייעור - מסמך מדיניות. ירושלים: קרן קימת לישראל.
- קק"ל, משרד הפנים ומינהל מרקעי ישראל. (1995). תכנית מתאר ארצית (תמ"א 22) ליער וייעור. ירושלים: קק"ל.
- קק"ל. (2007). מדיניות הייעור של קק"ל. המסמך זמין באתר קק"ל: <http://www.kkl.org.il/?catid=%7B4D0F7750-804D-4B7D-8842-D8E50A0D26B5%7D>
- קרשוק, ר. (1972). מגמות בבחירת מיני עצים באזורים בהם מהווה רטיבות הקרקע גורם מגביל. ליערן, 22 (4): 61-70.
- קרשיץ, ח. (1977) האומנם יער יפה יותר?! יערון, 7: 49-51.
- שילר, ג. (2003). אוזון ואורן ירושלים, במלאת 30 שנה ל"תופעת שער הגיא" - סקר ספרות. יער, 4: 60-66.
- שילר, ג. (2013). גידול עצי יער ויערות בישראל, ארץ של ספר המדבר. 385 עמ'. <http://israelforests.files.wordpress.com/2013/10/d794d7a1d7a4d7a8-d792d799d793d795d79c-d7a2d7a6d799-d799d7a2d7a8-d795d799d7a2d7a8d795d7aa-d791d799-d7a9d7a8d790d79c-d792d791d7a8d799d790.pdf>
- שילר, ג. ועצמון, נ. (2009). אקוטופים של אורן ירושלים ביתיר: סיכום ביניים. יער, 11: 6-13.
- Bonneh, O. (2000). Management of planted pine forests in Israel: Past, present, future. In G. Ne'eman & L.Trabaud (Eds.), *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean basin* (pp. 377-390). Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Mendel, Z. (1984). Provenances as a factor in susceptibility of *Pinus halepensis* to *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae). *Forest Ecology and Management*, 9: 259-266.
- Mendel, Z. (1998). Biogeography of *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Matsucoccidae) as related to host resistance in *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*. *Canadian Journal of Forest Research*, 28 (3): 323-330.
- Osem, Y., Ginsberg, P., Tauber, I., Atsmon, N. & Pervolotsky, A. (2008). Sustainable management of Mediterranean planted coniferous forests: An Israeli definition. *Journal of Forestry*, 106: 38-46.
- Sebelius, A.J. & Peterson, R.K. (1993). *A glimpse at forestry in Israel*. Report of the USDA Forest Service team mission to Israel, 9 p.

סקר התפתחות העצים במטעי אם לזרעים של אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) בישראל (1985–2014)

גבריאל שילר^{1*} וניר הר²

¹ המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן

² מחלקת יער, מרחב צפון, קרן קימת לישראל, פס הירק, קריית חיים

* vcgabi@volcanh.agri.gov.il

תקציר

שער הגיא. סקר שנעשה על ידי המחבר (ג.ש.) בתיקי אגף הייעור המנדטורי, ששתל יער זה, העלה מסמכים המוכיחים יבוא זרעים מחו"ל באמצעות חברות זרעים. בדיקה גנטית, אשר נעשתה בזרעים שנאספו במספר יערות אורן ירושלים טבעיים ונטועים בארץ (Grunwald et al., 1986), הוכיחה, כי ביערות הנטועים ישנם עצים רבים שהמבנה הגנטי (נוכחות אללים באנזימים השונים) שונה מהמבנה הגנטי של עצי אורן ירושלים טבעיים במדינה, עובדה המרמזת כי מוצאם לא מהיערות הטבעיים בארץ, אלא ביערות של מין זה מעבר לים. במסגרת תכנית מחקר רב-לאומית של ארגון *Sylva Mediterranéenne* הוקמו בארץ, בשנת 1976, שלוש חלקות ניסיון אשר בהן נשתלו שתילי אורן ירושלים, אורן ברוטיה (*P. brutia*) ואורן אלדריקה (*P. eldarica*), שגודלו מזרעים שמוצאם ביערות טבעיים באזורים שונים בתחום התפוצה הטבעי של כל מין סביב לאגן הים התיכון (Morandini, 1976). מטרת תכנית המחקר הייתה, שכל מדינה תבחן ותקבע לעצמה מהם מקורות הזרעים המתאימים ביותר עבור גידול יערות בכל תחום אקולוגי בשטחה. עם השנים, נעשו בחלקות הנ"ל מדידות של התפתחות העצים (גובה וקוטר) (Weinstein, 1988), בדיקות אקו-פיזיולוגיות (Grunwald et al., 1986; Schiller, 1988) גנטיות (& Schiller, 1988) ואנטומולוגיות (Mendel, 1984). כמו כן, נעשו בדיקות גנטיות גם בזרעים מהמקורות השונים (Schiller et al., 1986). התוצאות הצביעו על עצי אורן ירושלים, שמוצאם מחצי האי הבלקני (יוון), כעולים מבחינת צמיחה והתפתחות, עמידות בתנאי יובש ועמידות בפני המזיק מצוקוקוס יוספי (*Metsucoccus josephi*) על כל שאר המקורות שנבחנו, שמוצאם מאירופה ומצפון אפריקה. לצערנו, במחקרים הנ"ל לא נכללו מקורות ישראליים טבעיים. במחקר מאוחר יותר (Schiller & Atzmon, 2009) הוכחה, באזור יתיר, עוצמת הצמיחה והעמידות הטובה ליובש של מקורות הזרעים מיוון, בהשוואה למקורות אחרים.

על סמך הידע המדעי שהצטבר ובהמלצתו של פרופסור דניאל זהרי (גנטיקאי, האוניברסיטה העברית) החליטה הנהלת אגף הייעור של הקק"ל, בשנת 1983, על הקמת מטעי אם

בשנת 1985 ניטעו חמש חלקות שונות, הפרוסות לאורך המדינה, בשתילי אורן ירושלים, שמקורם בעצי עילית (עצי אם לזרעים) שגדלו בשלושה יערות ביוון וביערות טבעיים ונטועים בישראל. חלקות אלו אמורות לשמש כמטעי אם לזרעים של אורן ירושלים עבור נטיעת יערות. בחלקות נעשה סקר התפתחות העצים, שתוצאותיו מראות, כי אין הבדל משמעותי בהתפתחות העצים שמוצאם מעצי עילית, בין אם מיוון ובין אם מישראל.

נמצא קשר סטטיסטי מובהק בין ממוצע הגשמים הרב-שנתי באזור הנטיעה של החלקות לבין הגדילה בקוטר ובגובה של העצים; השפעת העלייה בכמות הגשמים בתחום שבין 250 ל-400 מ"מ היא חזקה במיוחד, בעוד שההשפעה של עלייה נוספת בכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת פחותה בהרבה. בנוסף לכך, התפתחות העצים בחלקות השונות מושפעת גם על ידי התנאים האקולוגיים שבתחום החלקה. בדיקת העצים לגבי מבנה הנוף וכמות האצטרובלים הראתה, כי הקריטריון הפנוטיפי לעץ עילית – מיעוט אצטרובלים בנוף העץ ונוף בנוי מענפים דקים – עבר היטב לדור הבא (F_1); מירב העצים בחלקות השונות נחלקו בין עצים הנושאים מעט אצטרובלים לבין חסרי אצטרובלים.

בנוסף לכך, בדיקת התפתחותם של עצי אורן ירושלים דור שני (F_2), כלומר מזרעים שנאספו בחלקות הנ"ל, הראתה, כי צאצאים ממטעי האם לזרעים עולים בצמיחתם על צאצאים מעצים ביער הנטוע והטבעי, שנאספו שלא על פי הקריטריונים של עצי עילית. תוצאות המדידות הראו, כי התפתחות העצים בחלקות בדרך כלל טובה מאשר זו החזויה בעזרת טבלאות יבול.

מילות מפתח: אורן ירושלים, מקור זרעים, אקוטיפ, פנוטיפ, גנוטיפ.

מבוא

תופעת התנוונות יערות אורן ירושלים במדינה הגיעה לידיעת הציבור בשנת 1972, בעקבות התמוטטות חלקית של יער

מעט נטיעתם, כמו גם לסקור את התפתחות הדור השני, שהתפתח מאיסוף זרעים במספר מטעי אם לזרעים. זאת, לשם הסקת מסקנות לגבי המקורות שרצוי להשאיר עבור יצירת זרעים לנטיעת יערות באזורים שונים בישראל.

שיטות

בשנת 1985 הוקצו על ידי אגף הייעור של הק"ל חמש חלקות לשם נטיעת מטעי אם לזרעים. מיקום החלקות ותיאור תנאי הסביבה מופיעים בטבלה 2.

בחמש החלקות ניטעו שתילים שטופחו מזרעים, שהופקו מאצטרובלים שנאספו מעצי עילית, לפי הפירוט הבא:

1. בכל אחד משלושה יערות ביוון, נאספו בשנת 1983:

- I. Pirgos (P) = Elea (A-2),
37°46' Lat. N., 21°32' Long. E, 200m A.S.L.
- II. Euboea (E) (A-3),
38°58' Lat. N., 23°18' Long. E, 150–200 m A.S.L.
- III. ChalkidikeII (C) (A-5),
40°03' Lat. N., 23°44' Long. E, 60–80 m A.S.L.

2. ביערות טבעיים ונטועים בישראל, נאספו בשנת 1980:

בחלקות יער טבעיות: רכס ראש הנקרה, חורבת שפנים בהר מירון, ירכא בגליל המערבי, עוספאי בכרמל, ניר עציון בכרמל, ביתא בשומרון, יער אום-צפא בשומרון, המסרק בהרי יהודה.

בחלקות יער נטועות: יער הר דבורה, יער משמר העמק, יער בן שמן, יער שער הגיא, יער קריית ענבים, יער הקדושים, עצים ותיקים באזור עגור בשפלה, עצי אורן ירושלים בגן הכנסייה הרוסית בחברון, יער אל-עזריה בירושלים, יער אל-קרן ליד חברון.

הזרעים מעצי העילית, מכל יער לחוד ביוון, עורבבו במידה שווה (משקל), כדי לייצר אוכלוסיית זרעים אחידה מכל יער. הזרעים מעצי העילית מכל יער לחוד בישראל, עורבבו במידה שווה (משקל) לכדי אוכלוסיית זרעים אחת. מתוך אוכלוסיות אלו נלקחה כמות זרעים במשקל זהה לשם יצירת תערובת חדשה, המייצגת את עצי העילית מהיער הנטוע הוותיק והיער הטבעי בישראל. בנוסף לכך, נאספו אצטרובלים ביער אלקוש, שנחשב בזמנו לאחד היערות הנטועים המוצלחים במדינה (אלא שעשר שנים מאוחר יותר יער זה התנוון מהתקפה המיוחסת למצוקוקוס יוספי). כל הזרעים הועברו למשתלת אגף הייעור בבית נחמיה ומהם גודלו שתילים, שניטעו בגיל שנה בחמש החלקות שצוינו בטבלה 2. הנטיעה נעשתה בשורות, בכל שורה לפחות 12 שתילים, במרחק של 2 מ' אחד

לזרעים, שיכללו את האקוטיפים (גנוטיפים), שבהם המגוון הגנטי גבוה יחסית ושהוכיחו גם גדילה טובה ועמידות בתנאים האקולוגיים של ישראל, שהם אקוטיפים שמוצאם מיוון. הוחלט, על כן, לייבא מיוון זרעים של אורן ירושלים, שייאספו מעצים נבחרים בצורתם, בצמיחתם ובבריאותם (עצי אם לזרעים) בשלושה יערות נבחרים, שמהם גם נאספו הזרעים לתכנית המחקר הרב-לאומית. מזרעים אלו גודלו שתילים לשם הקמת מטעי אם לזרעים באזורים שונים במדינה, כדי לספק בעתיד זרעים מובחרים עבור נטיעת יערות באזורים אקולוגיים שונים. כמו כן, הנהלת ענף היער החליטה להוסיף למטעי האם גם מקורות גנטיים מעצי עילית של אורן ירושלים, הגדלים בארץ בשמורות יער וטבע וביערות הראשוניים, שניטעו בתקופת המנדט הבריטי. זאת, היות ובבדיקות גנטיות בזרעים נמצא, כי במספר גנים התדירות של האללים הנפוצים באוכלוסיות הטבעיות של אורן ירושלים בישראל שונה מזו אשר ביוון (Grunwald et al., 1986; Korol et al., 2002; Schiller & Grunwald, 1987). הכלאה בין המקורות עשויה להעלות את רמת המגוון הגנטי, כלומר, יתקבלו עצים שבהם המגוון הגנטי גבוה מהממוצע הקיים במין, עצים הגדלים טוב יותר ועמידים טוב יותר ליובש, למזיקים ולמחלות (Knowles & Grant, 1981; Knowles & Mitton, 1980; Ledig et al., 1983; Ledig, 1998). טבלה 1 מתארת את הקריטריונים שעל פיהם נבחרו עצי האם לזרעים ביערות השונים.

מטרת מאמר זה
לסקור ולהשוות את
התפתחות העצים
המהקורות השונים
בתוך ובין חמש החלקות,
לאחר 28 שנה מעת
נטיעתם, כמו גם לסקור את
התפתחות הדור השני,
שהתפתח מאיסוף זרעים
במספר מטעי אם לזרעים

- צורתו (הפנוטיפ) של העץ אופיינית למין.
- הגזע ישר והוא ציר מרכזי לאורך העץ; הגזע אינו מפוצל (התפצלות היא תופעה שעשויה לנבוע ממאפיינים גנטיים ולעתים קרובות גורמת לשבירה של אחד משני הגזעים).
- הכותרת של העץ מורכבת מענפים דקים, המחולקים שווה לאורך ומסביב לגזע.
- העץ אינו עמוס בפירות או באצטרובלים ביחס לגודל הנוף, (תופעה שעשויה לנבוע ממאפיינים גנטיים, הקובעים את חלוקת המשאבים בעץ לצמיחה, לאחזקה או לרבייה).
- העץ מראה חיוניות רבה, העלווה ירוקה ואינה נגועה במזיקים או במחלות.

טבלה 1: הקריטריונים המקובלים ביערנות לאפיון עצי אם לזרעים.

Table 1: Criteria for seed tree selection.

מטרת מאמר זה לסקור ולהשוות את התפתחות העצים מהמקורות השונים בתוך ובין חמש החלקות, לאחר 28 שנה

גשם (ממוצע רב-שנתי במ"מ) Average Annual Rainfall (mm)	הקרקע והמסלע Soil and bedrock formations	נקודת ציון (רשת ישראל) Geographic location (Israel grid)	המקום The Place	
722	טרה רוסה חומה-אדומה כהה, תצורה גיאולוגית בעינה, אבן גיר	1780/2585	כרמיאל (Karmiel)	1
617	רנדזינה חומה כהה, תצורה גיאולוגית עדולם, גיר וקירטון קשה	1555/2251	עין תות (Ein-Tut)	2
370	רנדזינה בהירה עד כהה, גיריות בינונית תצורה גיאולוגית מראשה, קירטון רך	1425/1165	נחושה; (יער משואה) (Nehosha)	3
353	רנדזינה חומה במדרונות, תצורה גיאולוגית מראשה, קירטון רך-בינוני	1430/1302	אמצייה (Amatzyah)	4
250	ליתוסול חום-עד רנדזינה לסית חומה בהירה, תצורה גיאולוגית מנוחה, סלע קירטון	1520/0815	יער חירן (Hiran Forest)	5

טבלה 2: מיקום חלקות מטעי אם לזרעים, סוג הקרקע והמסלע וגשם רב-שנתי ממוצע.

Table 2: Soil, bedrock and average annual rainfall at the geographic location of the planted seed orchards.

מספר השתילים No. of seedlings	מקור הזרעים Seed origin
מטעי אם לזרעים / Seed Orchards	
28	אמצייה - C
30	אמצייה - E
18	אמצייה - P
25	אמצייה - תערובת
31	נחושה - C
21	נחושה - E
29	נחושה - P
32	נחושה - אלקוש
27	נחושה - תערובת
23	עין תות - תערובת זרעים ממקורות יונוניים
יערות ועצים בודדים / Single trees and forests	
32	אשתאול (עץ בודד)
17	ג'רש - ירדן
19	הר מנור
17	הרובע הארמני (עץ 1)
17	הרובע הארמני (עץ 2)
24	הכרמל הגבוה
31	הכרמל הנמוך
19	רכס הסולם
14	מיכלוא

מהשני; המרחק בין השורות היה 4 מ'. כל שורה יצגה מקור זרעים, מספר החזרות (שורות) לכל מקור זרעים בכל חלקה היה לפחות חמש שורות.

במועדים שונים (שנים) נעשו מדידות גובה וקוטר הגזעים בחלקות השונות. ניתוח שונות (ANOVA) בוצע על התוצאות של המדידות, שנעשו לאחרונה (2010-2012). **המשתנים הבלתי תלויים היו:** החלקה, מקור הזרעים, החזרה (השורה בחלקה). **המשתנים התלויים היו:** גובה העצים וקוטר הגזע בגובה 1.30 מ' מפני הקרקע; נעשה שימוש בממוצע הקוטר והגובה של העצים בשורה שבחלקה כחזרה.

בשנת 1998, 13 שנה לאחר הנטיעה של מטעי האם (שהם דור ראשון - F_1), נאספו על ידי אנשי אגף הייעור של הקק"ל אצטרובלים בחלקות אמצייה, נחושה ועין תות, שמהם הופקו זרעים עבור מבחן צאצאים (דור שני - F_2). האצטרובלים נאספו בהתאם למקור של עצי האם. למבחן זה צרפו אנשי אגף הייעור של הקק"ל מספר מקורות נוספים מהיער הטבעי והנטוע בישראל כביקורת. השתילים שגודלו מזרעים אלה ניטעו בחלקה שבתחום יער שחריה. החלקה מוקמה על מדרון מתון, הפונה לצפון-מזרח, ונחרשה לפני הנטיעה. מקורות הזרעים, שמהם גודלו השתילים לחלקה זו, מופיעים בטבלה 3. בחלקת עין תות ונחושה נאספו הזרעים שנים לאחר שבחלקות אלו נכרתו כמעט כל העצים שמקורם ביער אלקוש ובתערובת הישראלית.

טבלה 3: מקורות לזרעים עבור החלקה לבדיקת התפתחות דור F_2 .

Table 3: The seed sources and number of seedlings for an F_2 grows experiment.

תוצאות

מדידות במטעי הזרעים דור F₁

של התוצאות. החישובים מבוססים על מה שנקרא "הגובה העילי", שאליו יגיעו העצים בגיל 50 והוא הסמן לאיכות בית הגידול. הטבלאות הן סימולציה של התפתחות העצים, בהתאם לתנאים האקולוגיים. התוצאות מופיעות בטבלה 5. נעשה ניסיון לקטור בין הקוטר והגובה הממוצעים בחלקות השונות לבין כמות הגשמים הרב-שנתית באזור החלקה (טבלה 1). איור 1 מתאר את הקשר ההדוק שבין המספר ההופכי של כמות הגשמים (1/R) לבין הקוטר הממוצע. כאשר:

$$R^2 = 0.5948, F \text{ Ratio} = 199.6864, \text{Prob.} > F = 0.0002$$

מהאיור נראה, שלעלייה בכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת, בטווח שבין 250 ל-400 מ"מ לערך, יש השפעה חזקה ביותר על העלייה בקוטר גזעי העצים; ההשפעה של עלייה נוספת בכמות הגשמים על הגדילה בקוטר פוחתת בהרבה.

טבלה 4 מראה את הגובה והקוטר הממוצע של כלל העצים בחמש החלקות. מהטבלה נראה, כי לא נוצרו הבדלים שהם מובהקים סטטיסטית בהתפתחות העצים מהמקורות השונים בחלקות, להוציא את חלקת נחושה, דבר שאפשר לראות גם באיור 2. בחלקה זו העצים מהמקור יון E ו-P צמחו באופן מובהק לגובה רב יותר מאשר יון C ומאשר עצים בודדים, שנשארו מהמקור המעורב הישראלי (יון E = 20.98 מ' ויון P = 20.1 מ', לעומת יון C = 16.65 מ' ומעורב ישראלי = 16.08 מ').

נעשתה השוואה בין התפתחות העצים הממוצעת בכל חלקה לבין התפתחות עצים שגילם זהה, על פי טבלאות נפח ויבול (Roehle, 1991). טבלאות אלו מבוססות על עשרות אלפי מדידות ביערות שונים וניתוחים סטטיסטיים

Prob. > F F Ratio		ממוצע קוטר העצים Average tree diameter (cm)	Prob. > F F Ratio		ממוצע גובה העצים Average tree height (m)	החלקה ושנת המדידה The seed orchard year of measurement
0.1383	2.2953	31.55 ± 2.42	0.3310	1.3270	23.35 ± 1.56	כרמיאל – 2010
0.2189	1.9021	31.95 ± 1.31	0.7978	0.2334	14.47 ± 1.92	עין תות – 2012
0.2368	1.4845	32.33 ± 3.03	0.0002*	8.8500	18.52 ± 2.39	נחושה* – 2012
0.5460	0.7759	24.85 ± 4.27	0.4660	0.9070	16.70 ± 1.69	אמציה – 2012
0.3318	1.2447	14.00 ± 1.40	0.1230	2.1350	7.57 ± 0.80	חירן – 2012

טבלה 4: ממוצעי הגובה והקוטר של כלל העצים בכל אחת מהחלקות ותוצאות הניתוח הסטטיסטי שבדק מובהקות ההבדלים בין מקורות הזרעים בכל חלקה. **Table 4:** Average height and diameter of all trees in the seed orchards and results of ANOVA test for differences among seed provenances.

ממוצע הקוטר על פי טבלת היבול Average tree diameter according to yeild table (cm)	ממוצע הגובה על פי טבלת היבול Average tree height according to yeild table (m)	איכות בית הגידול** Sight class	ממוצע גובה עליון מדוד* Average of measured top height (m)	החלקה The seed orchard
25.0	20.2	28*	26.3 ± 0.4	כרמיאל
21.7	16.5	24	17.4 ± 2.3	עין תות
25.0	20.2	28	22.9 ± 2.6	נחושה
23.5	18.3	26	19.7 ± 1.6	אמציה
15.6	9.6	16	11.3 ± 1.3	חירן

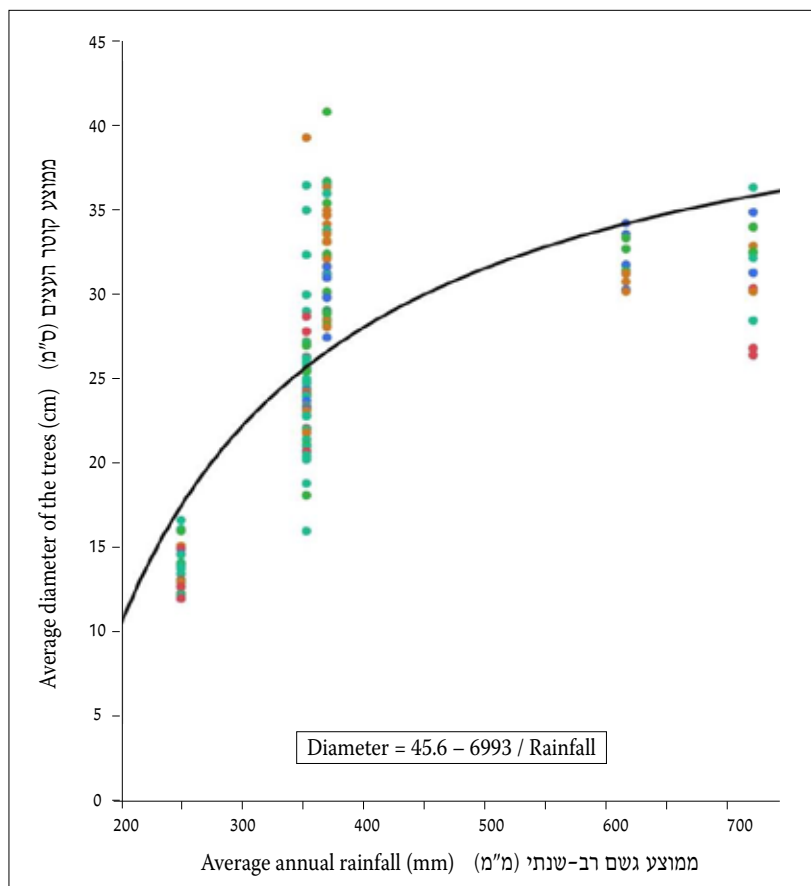
* גובה עילי בגיל 29 הוא הגובה הממוצע של עשרת העצים הגבוהים בדונם.

** איכות בית הגידול מבוססת כגובה העליון בגיל 50.

28* איכות בית הגידול גבוהה בהרבה מהאיכות הגבוהה ביותר בטבלת היבולים (28).

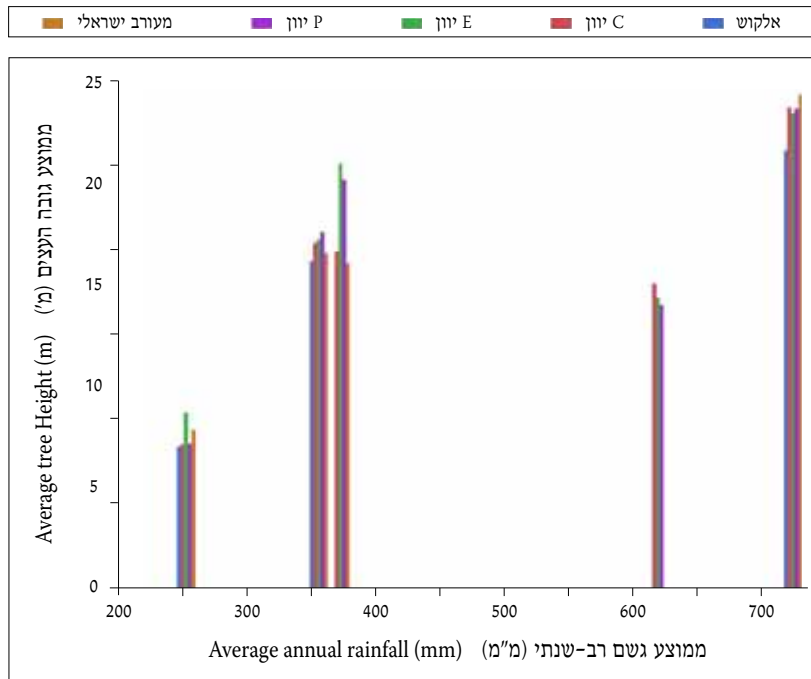
טבלה 5: תחזית התפתחות החלקות על פי גובה עילי בגיל 29 ובעזרת נתוני טבלת היבול.

Table 5: Prognosis of seed orchards future development with help of yeild tables for Aleppo pine and Top height in the seed orchards.



איור 1: הקשר שבין כמות הגשמים לקוטר הממוצע של העצים בחמשת מטעי האם לזרעים.

Fig. 1: The relations between the average diameter of the trees in the seed orchards and the average annual rainfall at the place.



איור 2: הקשר שבין הצמיחה לגובה לכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת למקורות השונים בכל אזור.

Fig. 2: Relations between tree height of the various seed sources in the five seed orchards and the average annual rainfall.

איור 2 מתאר את הקשר שבין הגובה הממוצע של העצים לבין כמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת. מהאיור נראה, כי גובה העצים מושפע מאוד מהעלייה בכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת בתחום שבין 250 ועד 400 מ"מ בשנה. הצמיחה לגובה בחלקת עין תות הושפעה מאוד מהתנאים הקשים של בית הגידול, משום שהחלקה ניטעה בקרקע רדודה, המכסה על מסלע קשה מתצורת עדולם, שעשויה מחילופי גיר קשה וקירטון קשה. כלומר, בית גידול יובשני, דבר אשר גם מתבטא בצמיחה עשבונית. בכל החלקות נעשתה הערכה של כמות האצטרובלים הכללית בנוף הירוק בכל עץ, תוך התייחסות לגודל הכותרת ולמקור הזרעים, כדי לראות את מידת התורשתיות של סמן זה. תוצאות ההערכה מופיעות בטבלה 6.

תמונה 1: מטע אם לזרעים "נחושה" ביער משואה.

Picture 1: Seed orchard Nehusha at Masua Forest.



הרבה אצטרובלים Many cones	מעט אצטרובלים Few cones	אין אצטרובלים No cones	ממוצע הזרעים The seed provenance	החלקה The seed orchard
78	16	5	אלקוש	קרמיאל
35	37	28	יוון – C	
17	54	29	יוון – E	
15	41	44	יוון – P	
41	38	22	מעורב ישראלי	
49	33	18	אלקוש	נחושה
7	43	50	יוון – C	
4	28	68	יוון – E	
3	30	67	יוון – P	
19	47	34	מעורב ישראלי	
8	65	27	אלקוש	אמציה
0	49	51	יוון – C	
0	43	58	יוון – E	
0	56	44	יוון – P	
4	52	44	מעורב ישראלי	
13	75	12	אלקוש	חירן
2	34	63	יוון – C	
10	67	24	יוון – E	
7	48	45	יוון – P	
15	66	19	מעורב ישראלי	

טבלה 6: אחוז העצים מכל מקור זרעים שנושאים כמות אצטרובלים רבה, מועטה ובלי אצטרובלים בארבעה מטעי אם לזרעים.

Table 6: The percent of trees bearing cones in each seed orchard according to provenance.

השני ממטעי האם לזרעים מתפתח בגובה ובקוטור טובים יותר מאשר העצים דור ראשון ממקורות שונים, שניטעו כביקורת (חלקם מיערות טבעיים בארץ). כמו כן, נראה שקיימים הבדלים בגדילה בעצים מאותו מקור זרעים, אך ממטע שונה: מטע אמציה לעומת מטע נחושה.

דיון

קיומן של חלקות מטעי אם לזרעים עמד בסכנה מאז נטיעתן ועד עתה, כי הן לא גודרו בצורה אפקטיבית עם נטיעתן, לא זכו לדילול באופן מסודר, וחלקן שרוי בצפיפות רבה עד היום. מן הראוי לקבוע, מעתה והלאה, תכנית פעולה להגנה ולטיפוח של החלקות.

מהטבלה נראה, כי במקור הזרעים "אלקוש", שמוצאו באלג'יריה (Schiller & Grunwald, 1987), מספר העצים המייצרים אצטרובלים בכמות רבה מאוד רב בחלקה בכרמיאל, פוחת בצורה חדה בנחושה ונמוך מאוד באמציה ובחירן. גם בשאר מקורות הזרעים ניכרת ירידה במספר העצים הנושאים אצטרובלים רבים – בנחושה, באמציה ובחירן. כמו כן, נמצא, כי יש הבדלים בין ארבע החלקות בחלוקה הפנימית במספר העצים חסרי אצטרובלים או שיש להם מעט אצטרובלים.

חלקות מבחן הצאצאים F₂

טבלה 7 מתארת את התפתחות העצים, שהם דור שני ממטעי האם לזרעים, לעומת התפתחות העצים, שהם דור ראשון ממקורות שונים בארץ. מהטבלה נראה, כי באופן כללי, הדור

קוטר ממוצע Average diameter (cm.)	גובה ממוצע Average height (m.)	מספר השתילים No. of Seedlings	מקור הזרעים Seed Origin
Seed Orchards / מטעי אם לזרעים			
14.6 A	8.0 A	28	אמציה - C
13.3 A	8.5 A	30	אמציה - E
12.8 A	7.9 A	18	אמציה - P
11.2 A	7.2 A	25	אמציה - תערובת
14.1 A	7.7 A	31	נחושה - C
14.4 A	8.8 A	21	נחושה - E
12.5 A	7.9 A	29	נחושה - P
9.7 D	7.0 A	32	נחושה - אלקוש
13.0 A	8.5 A	27	נחושה - תערובת
13.3 A	8.2 A	23	עין תות - תערובת זרעים ממקורות יוניים
Single trees and forests / יערות ועצים בודדים			
11.3 A	7.2 A	32	אשתאול (עץ בודד)
9.1 D	6.5 C	17	ג'רש - ירדן
7.8 F	5.8 D	19	הר מנור
10.0 C	7.1 A	17	הרובע הארמני (עץ 1)
6.5 G	5.5 D	17	הרובע הארמני (עץ 2)
10.3 C	7.0 A	24	הכרמל הגבוה
11.0 B	7.4 A	31	הכרמל הנמוך
10.6 B	6.8 B	19	רכס הסולם
8.4 E	6.8 A	14	מיכלוא

טבלה 7: ממוצעי הגובה והקוטר של זרעים דור 2 (F_2) ממקורות הזרעים השונים ומבחן תחום מרובה על שם טוקי (Tukey HSD) בחלקת שחריה.
Table 7: Average height and diameter of different seed provenances in the second generation (F_2) orchard and results of Tukey HSD test.

* מספרים שאינם מצוינים באותה אות נבדלים באופן מובהק ברמה של $P < 0.05$

ישראלית), העצים - עד עתה - אינם נופלים בקצב צמיחתם מהמקורות היווניים שכבר הוכיחו את עצמם בחלקות ניסוי בארץ (טבלה 4) (שילר, 2013; Weinstein, 1984; Mendel, 1984). עצים אלה גם אינם נפגעים ממצוקוקוס במידה רבה יותר מאשר המקורות היווניים (לא מוצג). תוצאה זו מעידה, שבחירת עצי אם לזרעים, תוך הקפדה מרבית על קריטריונים קשוחים, באוכלוסיות הטבעיות והנטועות בארץ, נותנת תוצאות חיוביות מאוד. מאחר שאחד הקריטריונים לבחירת עצי אם לזרעים היה "כמות האצטרובלים בנוף העץ ביחס לגודלו" (טבלה 1), נראה שהשימוש בסמן פנוטיפי זה אכן השפיע במידה רבה על כמות האצטרובלים בנוף של הצאצאים (טבלה 6); מרב העצים, בכל אחד מהמקורות, נחלק בין אלה

מדי מספר שנים, בוצעו מדידות של קוטר וגובה העצים והערכות של מדדי חיוניות ובריאות, אשר מאפשרות להשוות בין המקורות השונים. עם זאת, חוסר האחידות בטיפול בחלקות מקשה במידה מסוימת על השוואות ביניהן. נזקים ביערות, כתוצאה מבצורות, וכן התעניינות גוברת בנושאי הייעור המדברי, שינויי אקלים גלובליים, עמידות ליובש של עצי יער, במיוחד של אורן ירושלים בהתאם למקורות הזרעים, העלו את קרנן של החלקות ובמיוחד את שרידי החלקה שניטעה ביער חירן.

התוצאות המוצגות בסקירה זו (טבלאות 4 ו-5 ואיורים 1 ו-2) מראות, כי בכל חלקה וחלקה השתילים שנוצרו מזרעים שנאספו מעצי עילית ביער הטבעי והנטוע בארץ (תערובת

אורן ירושלים (=עליה רבה בקיבוע פחמן), אך תרומתה של עליה נוספת בכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת לצמיחה, נמוכה יותר. תופעה זו דומה לזו שנמצאה בסקר התפתחות צמחייה עשבונית כתלות בכמויות הגשמים בארץ (גולודיאן וחוב', 2013), שבו הוכחה עליה בייצור הראשוני עם עליה בכמות הגשמים, אך תלות גבוהה של ייצור ראשוני בגשם נמצאה רק באזורים יובשניים. מחקרים על התחדשות טבעית של אורן ירושלים והתפשטות אורן ירושלים לבתי גידול טבעיים מצביעים גם הם על כך, שאזור של כ-400 מ"מ גשם רב-שנתי ממוצע הוא גבול ההתפשטות הטבעי של אורן ירושלים בארץ (אסם, 2013).

חושב הגובה העילי הממוצע של העצים בכל חלקה, דבר שאפשר השוואה בין התפתחות העצים בחלקות לבין ההתפתחות הצפויה על פי סימולציה, כלומר, על פי איכות בית הגידול (Roehle, 1991) (טבלאות 4 ו-5). נמצא כי הפרש הממוצע בין הגובה הממוצע בחלקות לבין הגובה העילי בחלקות הוא 3.4 מ'. על פי הגובה העילי העכשווי ונתוני הסימולציה (טבלת היבול) נקבעה איכות בית הגידול של כל חלקה. כמו כן, נמצא, כי בכל החלקות, להוציא החלקה בכרמיאל, הגובה הממוצע שנמדד נמוך כדי 1.75 מ' מזה שנחזה בטבלת היבול. רק בחלקה שבכרמיאל הגובה הממוצע עולה ב-3 מ' על זה החזוי בטבלת היבול. בכל החלקות, להוציא את חלקת חירן, ממוצע קוטר העצים שנמדד היה גבוה כדי 5.4 ס"מ מהקוטר החזוי של העצים בהתאם לגילם על פי טבלת היבול. רק בחלקה שניטעה ביער חירן (האזור היובשני ביותר שעדיין גדל בו יער) ממוצע הקוטר שנמדד היה נמוך כדי 1.6 ס"מ מהקוטר החזוי על פי טבלת היבול. החלקה בכרמיאל התפתחה באופן יוצא מהכלל עד כדי כך, שאין אפשרות ניבוי עבודה בטבלאות היבול. יש צורך להתייחס בזהירות להשוואה בין תוצאות המדידות בשטח לבין נתוני הסימולציה (טבלת היבול), משום שמספר העצים ליחידת שטח בחלקות השונות כלל אינו אחיד, החלקות לא דוללו וטופלו כנדרש בצורה אחידה, על פי הכללים, במשך כל השנים.

בדיקת התפתחות הדור השני (F2) נעשתה באמצעות זרעים שהם תולדה של האבקה הנעשית על ידי הרוח. הזרעים הופקו מאצטרובלים שנאספו בהתאם למוצא עצי האם בחלקות אמציה, נחושה ונחל תות. בנוסף לכך, לשם ביקורת, נאספו אצטרובלים מהיער הטבעי והנטוע בארץ ובירדן. נמצא כי הצמיחה לגובה ובקוטר בדור F2 טובה מזו של הביקורת, המורכבת מזרעים מהיערות השונים (טבלה 7). תוצאה זו מדגישה את היתרון הגנטי שנוצר כתוצאה מהברירה הקפדנית של עצי אם לזרעים והשימוש במטעי אם לזרעים.

עבודה נוספת, הכוללת בדיקות גנטיות מולקולריות, נחוצה על מנת לקבוע את התרומה היחסית של כל אקוטיפ לדור F2 ואת דינמיקת ההכלאות בין האקוטיפים השונים בחלקת האם לזרעים.

שהם חסרי אצטרובלים לבין אלה הנושאים מעט אצטרובלים, להוציא את המקור אלקוש, שגדל בחלקת כרמיאל ונחושה. הקפדה על הסמן של מיעוט אצטרובלים נובעת ממספר סיבות: ידוע כי ייצור אצטרובלים רבים, כלומר, ריבוי זרעים, הוא בין היתר גם תוצאה של ברירה בעקבות שרפות; הצמח המפזר זרעים רבים "כובש" את השטח שנחשף לאחר שרפה, דבר שהוא יתרון אבולוציוני (Goubitz et al., 2004; Nathan & Ne'eman, 2000; Nathan & Ne'eman, 2004; Ne'eman et al., 2011; Ne'eman et al., 2012; Shmida et al., 2000). עם זאת, צמח המייצר אצטרובלים נקביים רבים משקיע אנרגיה רבה ברבייה ולא בצמיחה ובתחזוקה. בנוסף לכך, האצטרובלים הרבים בנוף הם דלק המעצים כל שרפת כותרות. כמות הזרעים העצומה, המתפזרת לאחר שרפה וכמות הזרעים הגדלה לאחר מכן ביחידת שטח (Nathan & Ne'eman, 2000), היא נטל אדיר ממדים, ששירותי הייעור אינם יכולים להתמודד איתו.

איורים 1 ו-2 מראים את הקשר ההדוק שבין כמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת לבין הגדילה בגובה ובקוטר של אורן ירושלים מהמקורות השונים בכל חלקה וחלקה. בנוסף לכך, נראית גם השפעת המסלע והקרקע על הצמיחה לגובה של העצים בבית גידול יובשני מהבחינה הגיאולוגית (תצורת עדולם = סלע גירי קשה וקירטון קשה), למרות הכמות הגדולה יחסית של משקעים שנתיים – כ-600 מ"מ (חלקת עין תות). נמצא שעלייה בכמות הגשמים הרב-שנתית הממוצעת באזור היובשני – מ-250 מ"מ לרמה של כ-400 מ"מ – משפיעה מאוד על הצמיחה בגובה ובקוטר של עצי

תמונה 2: דוגמה למטע אם לזרעים של מין אורן בחו"ל. **Picture 2:** An example of a conifer seed orchard.



- differentiation from Brutia Pine in their isoenzymes: Additional results. *SilvaeGenetica*, 51: 35–41.
- Ledig, F.T. (1998). Genetic Variation in Pinus. In: D.M. Richardson (Ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus* (pp. 251–279). Cambridge University Press.
- Ledig, F.H., Guries, R.P. & Bonefeld, B.A. (1983). The relation of growth to heterozygosity in Pitch pine. *Evolution*, 37 (6): 1227–1238.
- Mendel, Z. (1984). Provenances as a factor in susceptibility of *Pinushalepensis* to *Matsucoccusjosephi* (Homoptera: Margarodidae). *Forest Ecology and Management*, 9: 259–266.
- Morandini, R. (1976). Mediterranean conifers. In: Forest Genetic Resources, Information No. 5, *Forestry occasional paper 1976/1. F.A.O. of the United Nations*: 12–15.
- Nathan, R. & Ne'eman, G. (2004). Spatiotemporal dynamics of recruitment in Aleppo pine (*Pinushalepensis* Miller). *Plant Ecology*, 171: 123–137.
- Nathan, R. & Ne'eman, G. (2000). Serotinity, seed dispersal and seed predation in *Pinushalepensis*. In: G. Ne'eman & L. Trabaud (Eds.), *Ecology, Biogeography and Management of Pinushalepensis and P. brutia Forest ecosystems in the Mediterranean Basin* (pp. 105–118). Backhuys Publishers.
- Ne'eman, G., Lev-Yadun, S. & Arianoutsou, M. (2012). Fire-related traits in Mediterranean basin plants. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 58:177–194.
- Ne'eman, G., Shirrinka, G., Werger-Marinus, J.A. & Shmida, A. (2011). Relationships between tree size, crown shape, gender segregation and sex allocation in *Pinushalepensis*, a Mediterranean pine tree. *Annals of Botany*, 108: 197–206.
- Roehle, H. (1991). *Yield Tables for Aleppo pine (Pinushalepensis) in Israel*. Chair of Forest Yield Sciences, University of Munich, Federal Republic of Germany.
- Schiller, G. & Atzmon, N. (2009). Performance of Aleppo pine (*Pinushalepensis*) provenances grown at the edge of the Negev desert: A review. *Journal of Arid Environments*, 73: 1051–1057.
- Schiller, G., Conkle, M.T. & Grunwald, C. (1986). Local differentiation among Mediterranean populations of Aleppo pine in their isoenzymes. *SilvaeGenetica*, 35: 11–19.
- Schiller, G. & Grunwald, C. (1987). Resin Monoterpenes in Range-Wide Provenance Trials of *Pinushalepensis* Mill. in Israel. *SilvaeGenetica*, 36 (3-4): 109–114.
- Shmida, A., Lev-Yadun, S., Goubitz, S. & Ne'eman, G. (2000). Sexual allocation and gender segregation in *Pinushalepensis*, *P. brutia* and *P. pinea*. In: G. Ne'eman & L. Trabaud (Eds.), *Ecology, Biogeography and Management of Pinushalepensis and P. brutia Forest ecosystems in the Mediterranean Basin* (pp. 91–104). Backhuys Publishers.
- Weinstein, A. (1988). Provenances Evaluation of *Pinushalepensis*, *P. brutia* and *P. eldarica* in Israel. *Forest Ecology and Management*, 26: 215–225.

לסיכום: לאחר 28 שנים מאז הקמת החלקות, יש עתה ממצאים המצביעים על היתרון שבקיומן לשם הפקת זרעים משובחים יותר מהבחינה הגנטית. למרות חשיבותן, חלקות אלו לא זכו לטיפול יעירני, כפי הנהוג בעולם במטעי אם לזרעים (השוואה בין תמונה 1 לתמונה 2) לכן, מן הראוי לטכס עתה עצה מה יהיה ההמשך: האם רק לדלל את החלקות או אולי לבחור מתוכן עבור כל מקור כ-20 עד 30 עצים הטובים ביותר על פי קריטריונים קשורים (גובה, קוטר, בריאות, ייצור אצטרובלים, צורת הגזע והנוף). את אותם עצים מומלץ לנסות ולרבות ריבוי וגטטיבי באמצעים חדישים ולהקים מטע דור שני, דוגמת המטעים הנהוגים בחו"ל, לשם אספקת זרעים עבור נטיעות בשטחים שבהם אין חידוש טבעי. והערה אחרונה, כל עצי המחט האחרים במדינה גדלו מזרעים, שמקורם הראשוני באזורים שונים סביב אגן הים התיכון. גם עבורם, רצוי לנקוט סימון עצי אם לזרעים ביערות רבים ולהקים מטעי אם לזרעים.

מקורות

- אסם, י. (2013). סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל – סיכום ארבעים שנות מחקר. חלק ב': הבנת התהליכים הטבעיים המתרחשים ביער ומעבר לניהול היער כמערכת אקולוגית רבת-תכליתית. *אקולוגיה וסביבה*, 4 (4): 330–321.
- גולודיאן, ק., שטרנברג, מ., קיגל, ח., בוקן, ב., דולב, ע., הדר, ל., הנקין, ז., צעדי, א., בצלאל, י., ארנון, א., זליגמן, נ. ואונגר, י.ד. (2013). הקשר בין כמות הגשם לייצור ראשוני בשטחי מרעה לאורך מפל הגשם בישראל והשלכותיו לאור שינוי האקלים הצפוי. *אקולוגיה וסביבה*, 4 (2): 158–145.
- שילר, ג. (2013). התנוונות ותמותה מוקדמת של אורן ירושלים בישראל בעקבות יבוא זרעים ממערכות אקולוגיות זרות. *אקולוגיה וסביבה*, 4 (2): 175–167.
- Goubitz, S., Nathan, R., Roitemberg, R., Shmida, A. & Ne'eman, G. (2004). Canopy seed bank structure in relation to: Fire, tree size and density. *Plant Ecology*, 173: 191–201.
- Grunwald, C. & Schiller, G. (1988). Needle xylem water potential and water saturation deficit in provenances of *Pinushalepensis* Mill. And *P. brutia* Ten. *Forest mediterraneenne*, 10 (2): 407–414.
- Grunwald, C., Schiller, G. & Conkle, M.T. (1986). Isoenzyme variation among native and plantations of Aleppo pine in Israel. *Israel Journal of Botany*, 35: 161–174.
- Knowles, P. & Grant, M.T. (1981). Genetic patterns associated with growth variability in Ponderosa pine. *American Journal of Botany*, 68: 942–646.
- Knowles, P. & Mitton, J.B. (1980). Genetic heterozygosity and radial growth variability in *Pinuscontorta*. *SilvaeGenetica*, 29: 114–118.
- Korol, L., Shklar, G. & Schiller, G. (2002). Diversity among Circum-Mediterranean populations of Aleppo Pine and

השפעת השינוי בשימושי קרקע משטחי בור ליער נטע אדם על המבנה והתכונות ההידראוליות של הקרקע בתנאי אקלים שונים בישראל

מני בן-חור^{1*}, חיים טנאו¹, מרכוס לאדו², לאה לייב¹ ואסף ענבר¹

¹ המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני

² הפקולטה למדעים, אוניברסיטת לה קרונה, ספרד

* meni@volcani.agri.gov.il

תקציר

5.5%, שהספיקה לייצב את מבנה הקרקע לרמת ייצוב של קרקע היער, שהכילה 8.1% חומר אורגני. כתוצאה מכך, לשינוי בשימוש הקרקע משטח בור ליער באזור זה לא הייתה השפעה על ערכי המוליכות ההידראולית של הקרקע. ייצוב במבנה הקרקע באזורים באר שבע ויתיר נבע בעיקר מהתנגדות לכוחות המיגוג, שנובעים מהרטבה מהירה של הקרקע.

מילות מפתח: יציבות תלכידים, מוליכות הידראולית, חומר אורגני, ערכי דיספרסיה, ערכי תפיחה, ערכי מיגוג, קוטר ממוצע משוקלל, מנת ספיחת הנתרן.

מבוא

בתקופה האחרונה מתרחש בעולם תהליך מואץ של בירוא יערות והפיכתם לשטחי חקלאות או לאזורים אורבניים, במיוחד באפריקה ובדרום אמריקה. לדוגמה, כ-3.4 מיליון קמ"ר של שטחי יער או סוואנה באזורים צחיחים וצחיחים למחצה באפריקה בוראו לשטחים חקלאיים או לשטחי מרעה, כאשר תהליך זה גורם לדלדול (soil degradation) מואץ של הקרקע (Shabtai et al., 2014; Tsegaye et al., 2010). בישראל, לעומת זאת, משנות החמישים של המאה הקודמת, חלה פעילות מוגברת של נטיעת יערות, כאשר היקף השטח הנטוע בסוף המאה הקודמת עמד על כ-800,000 דונם, שניטעו ברובם בשטחי בור, שכללו קרקעות לא ראויות לעיבוד חקלאי (קפלן, 2008).

היער מהווה מערכת אקולוגית דינמית, כאשר לשינוי בשימושי הקרקע משטחי בור ליער יכולה להיות השפעה משמעותית מבחינה אקולוגית וסביבתית (אסם, 2014). לדוגמה Grunzweig וחוב' (2007) מצאו, שנטיעת יער יתיר העלתה במשך 35 שנה את צבירת הפחמן האורגני בקרקע ל-1,760 ק"ג/דונם, כאשר קיבוע נטו כללי של הפחמן ביער יתיר הוא כ-230 ק"ג/דונם לשנה לעומת ערך קיבוע ממוצע של 200 ק"ג/דונם לשנה ביערות מחטניים באירופה (Rotenberg & Yakir, 2010). הבדלים אלה בקיבוע הפחמן

משנות ה-50 של המאה הקודמת חלה בישראל פעילות מוגברת של נטיעת יערות, שניטעו ברובם בשטחי בור, שכללו קרקעות לא ראויות לעיבוד חקלאי. למרות המחקר הרב יחסית, שנעשה עד כה, בנושא השפעת השינוי משטחי בור ליער על היבטים אקולוגיים וסביבתיים, הרי שהשפעה זו על המבנה והמוליכות ההידראולית של הקרקע בתנאי אקלים שונים בארץ, לא נלמדה מספיק. מטרת המחקר הנוכחי היא: (1) לבחון את השפעת השינוי בשימוש קרקע משטחי בור ליער על המבנה והמוליכות ההידראולית של הקרקע בתנאי אקלים שונים בדרום הארץ; (2) ללמוד את המנגנונים הגורמים לשינויים אלה. לצורך המחקר, קרקעות גיריות מופרות נדגמו מהיער ומשטח בור הסמוך ליער, משלושה אזורים, שבהם ממוקמים יערות בוגרים: (1) יער באר שבע; (2) יער יתיר; (3) יער מלאכים, כאשר כמות הגשם הממוצעת הרב-שנתית באזורים אלה היא 170, 283 ו-360 מ"מ/שנה, בהתאמה. בקרקעות השונות נמדדו תכולת חומר אורגני כללי, ערכי מוליכות חשמלית ונתרון, יציבות תלכידים כנגד כוחות מיגוג (Slaking), תפיחה ודיספרסיה ומוליכות הידראולית ברוויה בתנאי מעבדה. שינוי בשימוש הקרקע משטחי בור ליער גרם באזורים שונים לעלייה ביציבות מבנה הקרקע, ועל ידי כך לעלייה משמעותית בערכי המוליכות ההידראולית שלה. מגמות אלו הושפעו מתנאי האקלים ובמיוחד ממוצע הגשם הרב-שנתי באזור. שיפור במבנה הקרקע ובמוליכות ההידראולית שלה ביער נבע בעיקר מהעלייה בתכולת החומר האורגני בשכבת הקרקע העליונה, כתוצאה מעלים וממחטים שנשרו מנוף העצים על פני הקרקע. באזורים באר שבע ויתיר, שבהם ממוצע הגשם הרב-שנתי הוא 190 ו-283 מ"מ/שנה, חלה עלייה מובהקת בתכולת החומר האורגני בקרקע ל-1.4% ול-3.1%, בהתאמה. כתוצאה מכך חלה גם עלייה במוליכות ההידראולית של הקרקעות ביערות באזורים אלה. לעומת זאת, באזור מלאכים, שבו ממוצע הגשם הרב-שנתי הוא 360 מ"מ/שנה, תכולת החומר האורגני בקרקע בשטחי הבור הייתה

עקב תנועה מהירה של המים ולחץ של אוויר כלוא בתלכיד הגורמים למיגוג התלכידים (Le Bissonnais, 1997); (3) תפיחה הנובעת מירידה בפוטנציאל האלקטרו-כימי בתמיסה בתווך בין חלקיקי חרסית סמוכים, הגורמת לחדירת מים לתווך זה ולהתרחקות ביניהם וכתוצאה מכך לתפיחת הקרקע ולהקטנה בנפח הנקבובים המוליכים מים (Shainberg & Letey, 1984); (4) דיספרסיה כימית של החרסית הנובעת מירידה בריכוז האלקטרוליטים (יונים חופשיים) בתמיסת הקרקע אל מתחת לערך הפלוקולציה וגורמת להתפרקות של צברי החרסית (van Olphen, 1977). דיספרסיה זו של החרסית גורמת להרס של מבנה הקרקע ולאטימית הנקבובים עם חלקי החרסית, שעברו דיספרסיה (Shainberg & Letey, 1984).

שטחי בור באזורים צחיחים וצחיחים למחצה בדרום הארץ מאופיינים בצומח עשבוני עונתי עם כתמים דלילים של שיחים רב-שנתיים ובקרקעות בעלות תכולת חומר אורגני נמוכה יחסית ותכונות הידראוליות ירודות (רביקוביץ, 1992) – גורמים המאיצים את תהליכי הנגר, הסחף והידלדלות הקרקע באזורים אלה (Ben-Hur, 2008). לעומת זאת, הפיכת שטחי בור ליער נטע אדם עשויה לשנות את התכונות הכימיות, הפיסיקליות והביולוגיות של הקרקע, ועל ידי כך להשפיע על המבנה והתכונות ההידראוליות שלה. מטרת המחקר הנוכחי הן לבחון את השפעת השינוי בשימושי קרקע משטחי בור ליער נטע אדם על המבנה והמוליכות ההידראולית של הקרקע בתנאי אקלים שונים בדרום הארץ, וללמוד את המנגנונים הגורמים לשינויים אלה.

חומרים ושיטות

אזורי דיגום ותכונות הקרקע

הקרקעות שנבחנו בעבודה הנוכחית היו קרקעות גיריות, שנדגמו משלושה אזורים שונים בדרום הארץ, שבהם ממוקמים יערות אורן בוגרים או אזורים עם עצי אורן בתוך יער מעורב: (1) יער באר שבע, הממוקם צפונית לבאר שבע ומזרחית לכביש 40 (ייקרא להלן אזור באר שבע); (2) יער יתיר, הממוקם באזור יתיר (ייקרא להלן אזור יתיר) ו-(3) יער מלאכים, הממוקם מזרחית לקריית גת (ייקרא להלן אזור מלאכים). כמות הגשם הממוצעת הרב-שנתית באזורים באר שבע, יתיר ומלאכים היא 170, 283 ו-360 מ"מ/שנה, בהתאמה. בכל אזור, דגימות קרקע מופרות נלקחו מתחת לחופת העצים ביער במרחק כ-0.5 מ' מגזע העץ (ייקראו להלן דגימות מתוך היער) ומאזור בור הסמוך ליער בשטח חשוף בין שיחים או בני שיח, הגדלים באופן טבעי באזורים אלה (ייקראו להלן דגימות משטח בור). דגימות הקרקע בכל האזורים, מתוך היער ומשטחי הבור נלקחו מעומקים של 0-5, 5-10, ו-10-25 ס"מ, לאחר שהנשר או העשבייה הוסרו מעל פני הקרקע. דגימות הקרקע יובשו ליובש אוויר ונכתשו ידנית,

ביער יתיר, לעומת היערות באירופה, נובעים מתנאי היובש הייחודיים השוררים באזור יער יתיר המקטינים את שחרור הפחמן מהקרקע לאטמוספירה. בעבודות אחרות (Smith & Johnson, 2003; Jackson et al., 2002) נמצא, שהתפשטות יערות בשטחי בור או בשטחי מרעה גרמה לירידה בצבירת הפחמן בקרקע באזורים עם ממוצע משקעים שנתי בין 660 ל-1,070 מ"מ, לעומת עלייה בצבירת הפחמן באזורים צחיחים עם ממוצע משקעים שנתי מ-350 מ"מ. השפעה אקולוגית נוספת של היער נמצאה במחקרם של לבנוני (2005) ושל עמית (2009), שבהם נמצא שמתקיים מגוון רחב יחסית של מיני חי וצומח ביערות מחטניים בשפלת יהודה ובספר המדבר.

ליער השפעה גם על מאזן המים והחלוקה שלו במרחב (Raz-Yaseef et al., 2010), כאשר לגורמים אלה חשיבות מיוחדת באזורים צחיחים וצחיחים למחצה. ביער יתיר נמצא, כי בשנה מטאורולוגית ממוצעת, כ-95% מכמות הגשם היורדת ביער חוזרת לאטמוספירה כתוצאה מאידוי-דיות (evapotranspiration), כאשר כ-40% ממי הגשמים מתאדים ישירות מהקרקע (Raz-Yaseef et al., 2010; Raz-Yaseef et al., 2012; Ungar et al., 2013). בן-חור וחוב' (2010) מצאו, שחיפוי הקרקע על ידי נוף העצים הקטין באופן משמעותי את שיעורי הנגר והסחף במטע במהלך סופות הגשם. Farley וחוב' (2005) מצאו, שמעבר משטחי חקלאות לשטחי יער בבריטניה גרם לשפילת מי התהום באזור עד לפגיעה ביכולת שאיבת המים ואספקתם לתושבים, שנבעה מצריכת מים מוגברת של עצי היער ממי התהום. ערכי הדיות מהצמח והאידי ממהקרקע מושפעים מהמאזן בין דרישות אטמוספיריות לבין תכולת המים בקרקע והמוליכות ההידראולית שלה, התלויות במבנה הקרקע. למרות המחקר הרב יחסית, שנעשה עד כה, בנושא השפעת השינוי בשימושי הקרקע משטחי בור ליער על היבטים אקולוגיים וסביבתיים, הרי שהשפעה זו על המבנה והמוליכות ההידראולית של הקרקע, בתנאי אקלים שונים בארץ, לא נלמדה מספיק.

מבנה הקרקע מושפע משני גורמים עיקריים (Ben-Hur et al., 2009): (1) סידור של חלקיקי הקרקע במרחב המשפיע על התפלגות גודל הנקבובים, הפתלתלות והקישוריות (Connectivity) שלהם; (2) יציבות המבנה של הקרקע, המהווה את יכולת הקרקע לשמור על המבנה שלה כנגד כוחות הרס חיצוניים ופנים-קרקעיים. ארבעה כוחות עיקריים עלולים לגרום להרס מבנה הקרקע במהלך הרטבתה ושיטיפתה ממלחים: (1) מכות טיפות הגשם, הגורמות להרס מכאני של תלכיד הקרקע כתוצאה מהאנרגיה הקינטית שלהן (Agassi, 1981; Morin et al., 1981); (2) כוחות מיגוג (Slaking), כאשר מיגוג הוא תהליך של שבירת תלכיד קרקע למיקרו-תלכידים, כתוצאה מהרטבתם המהירה. הרטבה מהירה זו של הקרקע גורמת לתפיחה לא אחידה שלה, לשחרור חום

SAR		EC, dS/m		אנליזה מכנית % Mechanical composition						מיקום האזור Location
				sand חול		silt סילט		clay חרסית		
שטח בור Virgin land	מתוך היער In forest	שטח בור Virgin land	מתוך היער In forest	שטח בור Virgin land	מתוך היער In forest	שטח בור Virgin land	מתוך היער In forest	שטח בור Virgin land	בתוך היער In forest	
0.94	1.03	0.7	1.7	62	70	20	12	18	18	באר שבע Beer Sheva
0.91	0.52	1.2	1.7	30	68	48	12	22	20	יתיר Yatir
0.32	0.32	1.9	1.7	23	38	43	28	34	34	מלאכים Malachim

טבלה 1: אנליזה מכנית וערכי מוליכות חשמלית (EC) ומנת ספיחת הנתרן (SAR) במיצי עיסה רוויה של הקרקעות שנלמדו מאזורים שונים.
Table 1: Mechanical composition, electrical conductivity (EC), and Na exchangeable ratio (SAR) in saturated soil paste of the studied soils.

גשם). במהלך שטיפת הקרקע מלמעלה למטה בתמיסת המלח ובמי הגשם, התשטף שהתנקז מתחתית עמודת הקרקע נאסף במקטעים בפרקי זמן מדודים על ידי אוסף מקטעים. נפחי המקטעים של התשטף נמדדו, והמוליכות ההידראולית של הקרקע חושבה על ידי נוסחת דארסי. בנוסף לכך, ערכי המוליכות החשמלית (EC) וה-pH נמדדו בכל המקטעים של מי התשטף, כדי לקבוע את איכותם, כאשר ערכי ה-pH לא השתנו באופן מובהק במהלך השטיפה ולא בין דגימות הקרקע השונות וערכם נע בין 7.7 ל-8.1.

השפעת השינוי בשימושי הקרקע משטחי בור ליער נטוע על יציבות התלכידים כנגד כוחות מיגוג, דיספרסיה ותפיחה נקבעה בקרקעות מהאזורים השונים, שנדגמו מהשכבה 0-5 ס"מ מתוך היער ומשטחי הבור בשיטה שפותחה על ידי Ben-Hur וחוב' (2009). פירוט מתומצת של השיטה מובא להלן:

ערכי המיגוג: 5 ג' של תלכידים יבשים בגודל 2-4 ס"מ הורטבו באופן מהיר על ידי הכנסתם למיכל עם מים מזוקקים, ו-5 ג' של תלכידים יבשים בגודל 2-4 ס"מ מאותה דגימה הורטבו באופן איטי בתנאי וקום. לאחר ההרטבה המהירה והאיטית של התלכידים, הם טולטלו בעדינות במיכל עם אתנול, ולאחר מכן נופו בעדינות דרך מערכת נפות בגדלים שונים. כל מקטע קרקע בנפות השונות יובש בתנור ב-105 מ"צ ונשקל בנפרד. קוטר ממוצע משוקלל (MWD) של התלכידים לאחר ההרטבה המהירה והאיטית והניפווי שלהם חושב לכל דגימת קרקע על פי נוסחה [1]:

$$MWD = \sum_{i=1}^7 \bar{x}_i w_i \quad [1]$$

כאשר w_i הוא משקל המקטע של התלכידים בקבוצת גודל i עם ממוצע קוטר x_i .

כאשר חלק מכל דגימה נופה דרך נפה של 4 מ"מ וחלק אחר דרך נפה של 2 מ"מ. בדגימות משכבת הקרקע 0-5 ס"מ לאחר הניפווי שלהן דרך נפה של 2 מ"מ נקבעה אנליזה מכנית וערכי מנת ספיחת הנתרן (SAR) במיצי עיסה (טבלה 1). מדידות של האנליזה המכנית נעשו בשיטת ההידרומטר (Day, 1956), וערכי ה-SAR חושבו לאחר שהריכוזים במיצי עיסה רוויה של Ca+Mg נמדדו בשיטת הטיטרציה וריכוז ה-Na במכשיר פוטומטר להבה. בנוסף לכך, תכולה של חומר אורגני כללי נמדדה בכל דגימות הקרקע מהעומקים 0-5, 5-10, ו-10-25 לאחר ניפוויים דרך נפה של 2 מ"מ בשיטה הרטובה (Allison, 1965).

מדידת מוליכות ההידראולית

מדידת ערכי המוליכות ההידראולית ברוויה (K_s) נעשתה בדגימות הקרקע מהאזורים השונים, שנדגמו מהשכבה 0-5 ס"מ מתוך היער ומשטחי הבור הסמוכים לו. מדידות אלו נעשו כדלקמן: 120 גר' (יבש תנור) של קרקע מנופה דרך נפה של 2 מ"מ מכל דגימה נארזו בזהירות בעמודת פלסטיק בקוטר 5 ס"מ על שכבה בעובי 2 ס"מ של חול גס וחסר מלחים, כאשר עובי שכבת הקרקע בעמודה היה 5 ס"מ והצפיפות הגושית שלה הייתה 1.22 גר'/סמ"ק. כל עמודת קרקע הורטבה מלמטה בקצב של 35 מ"מ/שעה בתמיסה כלורידית (תיקרא להלן מים מליחים) עם ריכוז מלחים כללי של 50 מא"ק/ל' (מיליאקוילונט בליטר) ו-SAR התואם ל-SAR במיצי עיסה רוויה של דגימת הקרקע. הרטבת הקרקע בתמיסה זו מאפשרת להרוות את הקרקע ללא דיספרסיה כימית של החרסית ועם מינימום תפיחה (Keren & Ben-Hur, 2003). לאחר הרוויית הקרקע, כיוון הזרימה של המים המליחים הוחלף מלמעלה למטה, והקרקע נשטפה בעמוד הידראולי קבוע בכ-3 נפחי נקבובים של מים מליחים ומיד לאחר מכן בכ-8 נפחי נקבובים של תמיסה מסוננתת ממים מזוקקים לקבלת איכות של מי הגשם (תיקרא להלן מי

תוצאות ודיון

ערכי מוליכות הידראולית ברוויה (K_s) של דגימות הקרקע מהאזורים השונים, שנדגמו מתוך היער ומשטח הבור, כתלות בנפח התשטיפ עם שטיפת הקרקע במים מליחים ולאחר מכן במי גשם מובאים באיור 1. באזורי באר שבע ויתיר, ערכי ה- K_s של הקרקעות שנדגמו מתוך היער היו גבוהים באופן

ערך המיגוג (SLV) של כל דגימת קרקע חושב על פי נוסחה [2]:

$$SLV = \frac{MWD_s}{MWD_f} \quad [2]$$

כאשר MWD_s ו- MWD_f הם קוטר ממוצע משוקלל של התלכידים לאחר הרטבה איטית ומהירה, בהתאמה.

ערכי התפיחה: ערכים אלה של דגימות הקרקע השונות נמדדו על ידי כך, ש-60 תלכידים יבשים בגודל 2-4 ס"מ מכל דגימת קרקע הונחו ב-3 צלחת פטרי, 20 תלכידים לצלחת. התלכידים בצלחות הפטרי נסרקו בסורק לקביעת שטח הבבואה (image) שכל תלכיד יצר, ונפח התלכידים חושב על ידי תוכנת מחשב (University of Texas – UTHSCSA Health Science Center, San Antonio, Texas), על פי שטח הבבואה שנמדד ובהנחה שהתלכידים הם כדוריים. לאחר סריקת התלכידים הם הורטבו באופן איטי בתנאי וקום למשך 24 שעות, ולאחר מכן נסרקו שוב ונפחם חושב כפי שחושב נפח התלכידים היבשים. ערך התפיחה (SWV) של כל דגימת קרקע חושב על פי נוסחה [3]:

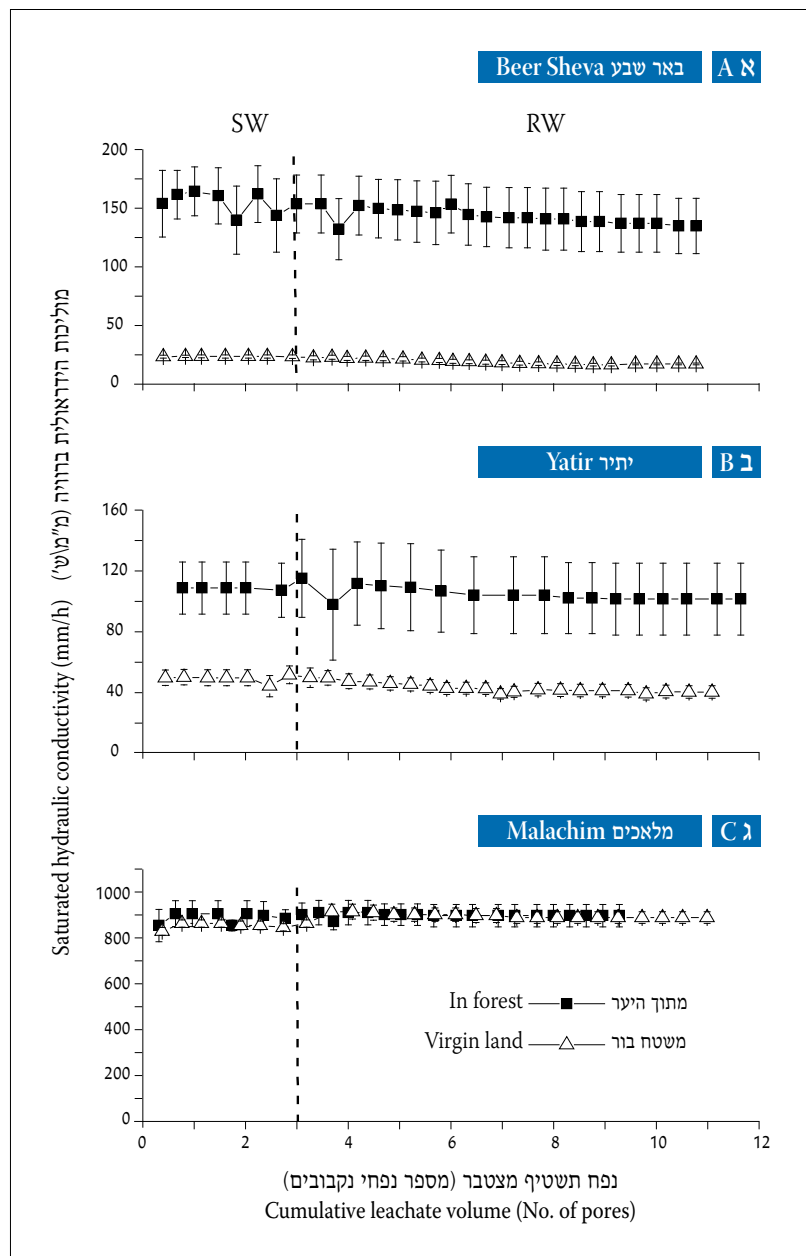
$$SWV = \frac{\sum_{i=1}^n (I_{wi} - I_{di}) / I_{di}}{n} \quad [3]$$

כאשר n הוא מספר התלכידים ו- I_{wi} ו- I_{di} הם נפח מחושב של התלכיד i לאחר ולפני הרטבתו, בהתאמה. הדיספרסיה של דגימות הקרקע השונות נקבעה בשיטת Gupta וחוב' (1984), וערך הדיספרסיה (DV) לכל דגימת קרקע חושב על פי נוסחה [4]:

$$DV = \frac{M_d}{M_t} \times 100 \quad [4]$$

כאשר M_d הוא משקל החרסית שעברה דיספרסיה מדגימה של 2 ג' קרקע שטולטל במים מזוקקים, ו- M_t הוא משקל כולל של החרסית בדגימה של 2 ג' קרקע.

כל המדידות שמפורטות למעלה נעשו בשלוש חזרות, ומבחן המובהקות להבדלים בין ערכים ממוצעים של המדדים השונים נעשה בהסתברות, כאשר $\alpha = 0.05$. ערכי מיגוג גבוהים מערך 1 משמעותם, שהתלכידים רגישים להתפוררות כתוצאה מכוחות המיגוג, וככול שערכי המיגוג, התפיחה והדיספרסיה היו גבוהים יותר – רגישות התלכידים להתפוררות כתוצאה מכוחות המיגוג, התפיחה והדיספרסיה היא רבה יותר, בהתאמה.



איור 1: ערכי מוליכות הידראולית ברוויה של דגימות הקרקע מהאזורים באר שבע, יתיר ומלאכים, שנדגמו מתוך היער ומשטח הבור כתלות בנפח התשטיפ עם שטיפת הקרקעות במים מליחים (SW) ולאחר מכן במי גשם (RW) כתלות בנפח התשטיפ. הקווים האנכיים מציינים שני ערכי שגיאות תקן מהממוצע.

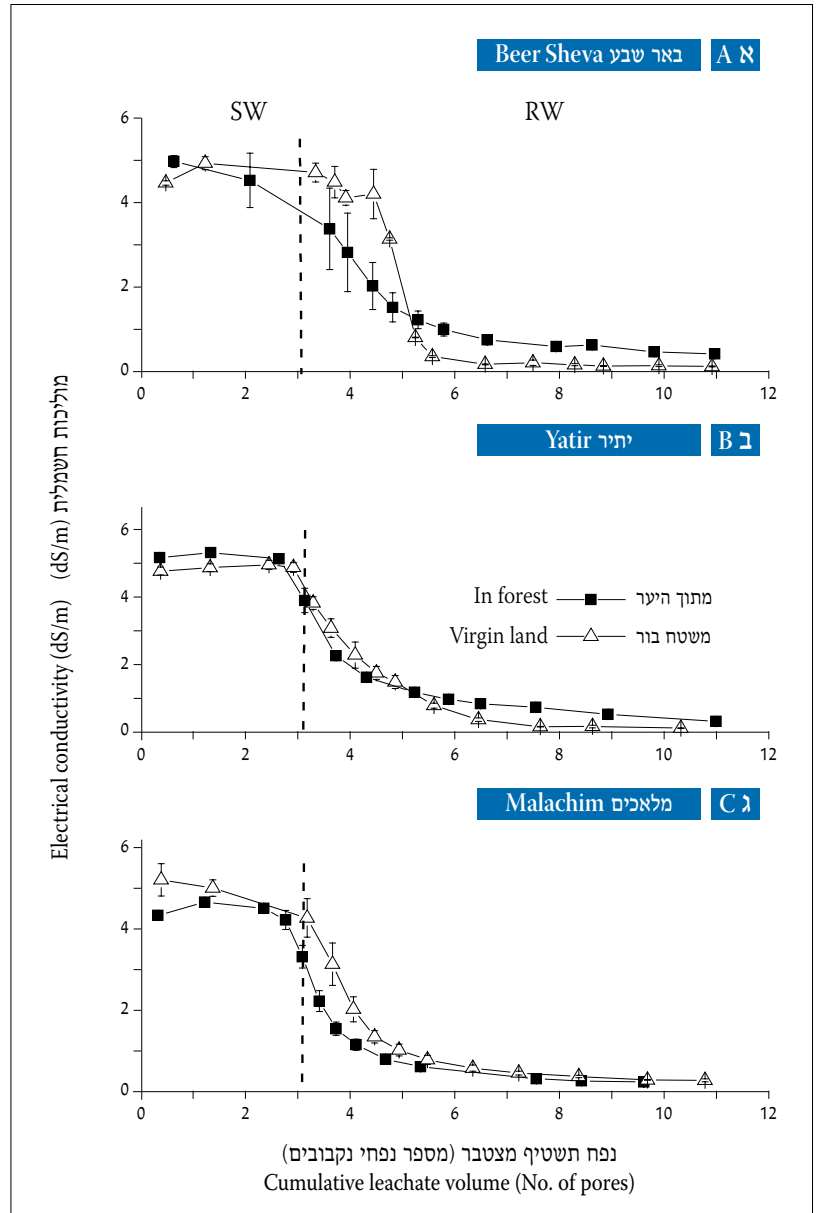
Fig. 1: Saturated hydraulic conductivity values of the forest and virgin soils from Beer Sheva, Yatir, and Malachim regions as functions of the cumulative leachate volume of saline water (SW) and rainwater (RW). The vertical bars represent 2 standard errors.

נמצאו הבדלים מובהקים בערכי ה- K_s בין הדגימות שנדגמו מתוך היער לבין אלו שנדגמו משטח הבור, כאשר ערכים אלה היו גבוהים (890-916 מ"מ/מ"שעה) מאשר הערכים שהתקבלו בקרקעות שנדגמו מהאזורים בארבע שנים ויתיר (איור 1). מכיוון שערכי ה- K_s של הקרקעות השונות נקבעו בעמודות קרקע מופרות בעלות צפיפות גושת דומה של 1.22 ג'ס/מ"ק, סביר להניח שהשינויים ב- K_s בין הקרקעות ושימושי הקרקע השונים ואיכות מי השטיפה (מים מליחים או מי גשם) (איור 1) נבעו בעיקר משינוי במבנה הקרקע עם הרטבתה ושיטיפתה באיכויות המים השונות.

ערכי המוליכות החשמלית (EC) של מי התשטיפ מהעמודות עם דגימות הקרקע מהאזורים בארבע שנים, יתיר ומלאכים, שנדגמו מתוך היער ומשטחי הבור, כתלות בנפח התשטיפ במהלך השטיפה במים מליחים ולאחר מכן במי גשם, מובאים באיור 2, כאשר ערכים אלה שווים בקירוב לערכי ה-EC בתמיסת הקרקע בזמן שטיפתן. ערכי ה-EC במי התשטיפ בכל עמודות הקרקע במהלך השטיפה במים מליחים היו גבוהים וקרובים ל-5.0 dS/m. לעומת זאת, עם שטיפת הקרקעות במי גשם, חלה ירידה חדה בערכי ה-EC במי התשטיפ עד להגעתם לערכים במצב תמידי, שנעו בין 0.11 ל-0.41 dS/m, ערכים הגבוהים מערכי ה-EC של מי הגשם (2×10^{-3} dS/m) ששטפו את הקרקעות. ערכים גבוהים אלו של ה-EC במצב תמידי (איור 2) במי התשטיפ התקבלו כתוצאה מהמסה מתמשכת של הגיר בקרקעות השונות, שהעלתה את ריכוז האלקטרוליטים בתמיסת הקרקע.

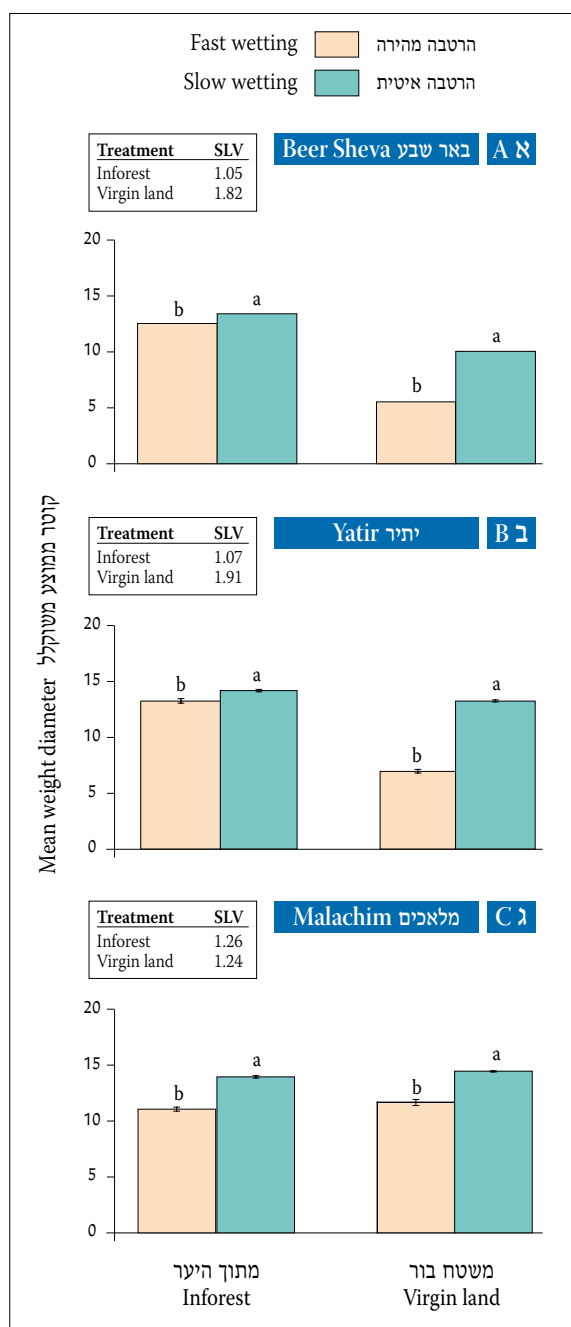
ערכי ה-EC הגבוהים (~5 dS/m) בתמיסת הקרקע של הקרקעות השונות עם שטיפתן במים מליחים (איור 2) מנעו את הדיספרסיה הכימית של החרסית והקטינו באופן ניכר את התפיחה של הקרקע (Shainberg & Letey, 1984). לכן מנגנונים אלה אינם יכולים להסביר את ההבדלים הגדולים בערכי ה- K_s בין דגימות הקרקע מתוך היער לאלה ממשטחי הבור באזורים בארבע שנים ויתיר במהלך שטיפתן במים מליחים (איורים 1א' ו-1ב'). המנגנון שיכול להסביר את ההבדלים האלה בערכי ה- K_s הוא פירור תלכידים הקרקע עם הרטבתם כתוצאה מכוחות המיגוג. הערכים של קוטר ממוצע משוקלל (MWD) של התלכידים בדגימות הקרקע, שנדגמו מתוך היער או משטחי הבור באזור בארבע שנים ויתיר ומלאכים לאחר הרטבתן המהירה או האיטית וערכי המיגוג שלהם, כפי שחושבו מנוסחאות [1] ו-[2], בהתאמה, מובאים באיור 3. ההבדלים בין ערכי ה-MWD לאחר הרטבה מהירה בהשוואה להרטבה איטית של דגימות הקרקע, שנדגמו מתוך היער באזור בארבע שנים ויתיר, היו קטנים וערכי המיגוג שחושבו מערכים אלה היו קרובים לערך 1 (איורים 3א' ו-3ב'). דבר זה מורה על כך, שהתלכידים בדגימות קרקע אלה היו יציבים כנגד כוחות המיגוג. לעומת זאת, ערכי ה-MWD של דגימות הקרקע שנדגמו משטחי הבור באותם אזורים היו גבוהים

מובהק מאשר אלה שנדגמו משטחי הבור במהלך השטיפה בשני סוגי המים, כאשר הבדלים אלו היו גדולים יותר בקרקע מאזור בארבע שנים מאשר מיתיר. ערכי ה- K_s של הקרקעות מאזור בארבע שנים היו בתחום של 135-152 מ"מ/ש' בדגימות מתוך היער לעומת 17.1-23.5 מ"מ/ש' בדגימות משטחי הבור (איור 1א'), ומאזור יתיר היו בתחום של 101.2-114 מ"מ/ש' בדגימות מתוך היער לעומת 39.8-51.1 מ"מ/ש' בדגימות משטחי הבור (איור 1ב'). באזור מלאכים, לעומת זאת, לא



איור 2: ערכי מוליכות חשמלית בתשטיפ מדגימות הקרקע מהאזורים בארבע שנים, יתיר ומלאכים, שנדגמו מתוך היער ומשטחי הבור כתלות בנפח התשטיפ עם שטיפתם במים מליחים (SW) ולאחר מכן במי גשם (RW) כתלות בנפח התשטיפ. הקווים האנכיים מציינים שני ערכי שגיאות תקן מהממוצע.

Fig. 2: Electrical conductivity values of the forest and virgin soils from Beer Sheva, Yatir, and Malachim regions as functions of the cumulative leachate volume of saline water (SW) and rainwater (RW). The vertical bars represent 2 standard errors.



איור 3: ערכים של קוטר ממוצע משוקלל (MWD) של התלכידים בדגימות הקרקע שנדגמו מתוך היער או משטחי הבור באזור באר שבע, יתיר ומלאכים לאחר הרטבתן המהירה או האיטית וערכי המיגוג (SLV) שלהם. קווים אנכיים בראש העמודות מציינים שני ערכי שגיאות תקן מהממוצע, ואותיות שונות בראש העמודות מציינות הבדלים מובהקים בין ערכי ה-MWD של התלכידים לאחר הרטבה איטית או מהירה בכל שימוש קרקע ואזור.

Fig. 3: Mean diameter values of aggregates of the forest and virgin soils from Beer Sheva, Yatir, and Malachim regions after fast and slow wetting and their slaking values (SLV). The vertical bars at the top of the columns represent two standard error values, and different letters at the top of the columns indicate significant differences between the wetting rates for each land use and region.

באופן מובהק לאחר הרטבה מהירה מאשר הרטבה איטית, וערכי המיגוג שלהם היו גבוהים, 1.83 ו-1.91, בהתאמה (איורים 3א' ו-3ב'). מכאן, שהמבנה של הקרקעות משטחי הבור הוא פחות יציב ורגיש יותר להרס כתוצאה מכוחות המיגוג מאשר הקרקעות מתוך היער. תוצאות אלו תואמות לפחיתה המובהקת בערכי ה- K_s של הקרקעות, שנדגמו משטחי הבור לעומת אלו שנדגמו מתוך היער באזור באר שבע ויתיר (איורים 1א' ו-1ב'). באזור מלאכים, ערכי ה-MWD של הדגימות שנדגמו מתוך היער או משטחי הבור היו גבוהים באופן מובהק לאחר הרטבה מהירה מאשר לאחר הרטבה איטית (איור 3ג), ולכן דגימות אלו רגישות להרס המבנה שלהן עקב כוחות המיגוג. אולם, ערכי המיגוג של הדגימות מתוך היער או משטחי הבור היו דומים, 1.26 ו-1.24, בהתאמה. מכאן, שהרגישות של דגימות אלו להרס מבנה כתוצאה מכוחות המיגוג הייתה דומה, ולכן, כנראה, ערכי ה- K_s שלהן היו דומים (איור 3ג').

ההבדלים ביציבות המבנה של הקרקעות השונות שנדגמו מתוך היער או משטחי הבור באזורים השונים כנגד כוחות המיגוג עשויים לנבוע מהתכולה השונה של החומר האורגני הכללי בקרקעות אלו, כאשר החומר האורגני בקרקע מהווה, בדרך כלל, חומר מתלכד בין חלקיקי הקרקע המונע את התפוררות התלכידים כנגד כוחות ההרס הנובעים מהרטבה ומתנועה של המים בקרקע (Lado et al., 2004). תכולת החומר האורגני הכללי בקרקעות, שנדגמו מתוך היער ומשטחי הבור באזורים באר שבע, יתיר ומלאכים כתלות בעומק הקרקע, מובאים באיור 4. תכולת החומר האורגני הכללי בקרקע הייתה הנמוכה ביותר (0.5%-1.4%) באזור באר שבע, בינונית (1.5%-3.1%) ביתיר והגבוהה ביותר (3.1%-8.1%) במלאכים. סביר מאוד להניח, שהבדלים אלה בתכולת החומר האורגני הכללי בקרקע מהאזורים השונים נבעו בעיקר מהשינוי בכמויות הגשם, כאשר ממוצע הגשם הרב-שנתי באזור באר שבע, יתיר ומלאכים הוא 283, 190 ו-360 מ"מ/שנה, בהתאמה. בשטחי הבור באזור מלאכים, הצמיחה של השיחים הייתה רבה וצפופה יותר באופן משמעותי מאשר באזורים באר שבע ויתיר. זאת, בגלל כמות הגשם השנתית הגבוהה יחסית באזור זה, שגרמה לתכולה משמעותית (3.8%-5.5%) של חומר אורגני בקרקע בשטחי הבור.

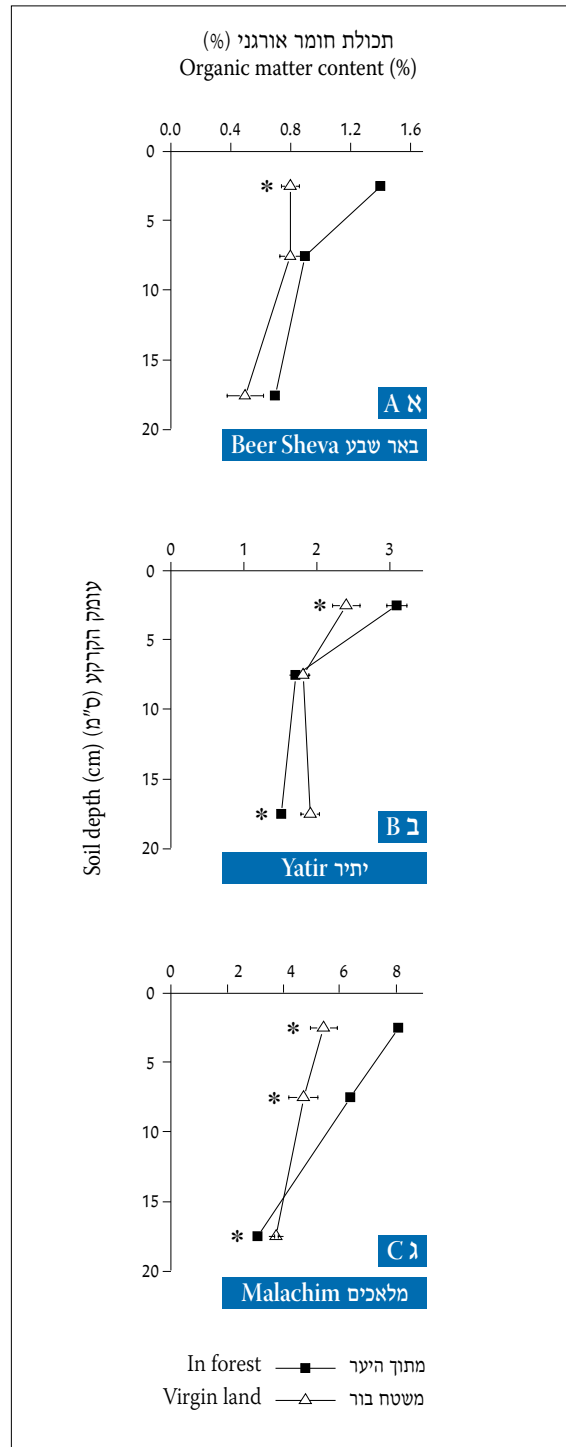
באזורים באר שבע ויתיר, תכולת החומר האורגני בשכבת הקרקע העליונה (0-5 ס"מ) הייתה גבוהה באופן מובהק בדגימות מתוך היער מאשר אלה משטחי הבור, כאשר בשאר העומקים הבדלים אלה היו קטנים ורובם לא מובהקים. תוצאות אלו מרמזות על כך, שתכולת החומר האורגני הגבוהה יותר בדגימות מתוך היער באזורים באר שבע ויתיר נבעה בעיקר מהנשר שנשר מנוף עצי היער על פני הקרקע. באזור מלאכים תכולת החומר האורגני בדגימות מתוך היער

הייתה גבוהה באופן מובהק מאשר בדגימות משטחי הבור עד לעומק של 10 ס"מ לפחות. במקרה זה, נשר העצים והפעילות הביולוגית המוגברת בדגימות מתוך היער היו הגורמים העיקריים לעלייה המובהקת בתכולת החומר האורגני עד לעומק של 10 ס"מ.

תכולת החומר האורגני הנמוכות בדגימות הקרקע משטחי הבור באזורים באר שבע ויתיר (0.8%-1.5%, איורים א' ו-ב') גרמו כנראה למבנה לא יציב עם ערכי מיגוג של K_s נמוכים (1.82 ו-1.91, בהתאמה (איורים א' ו-ב')) ולערכי K_s נמוכים (איורים א' ו-ב'). עלייה בתכולת החומר האורגני בדגימות מתוך היער ל-1.4% באזור באר שבע ול-3.1% באזור יתיר (איורים א' ו-ב') ייצבה את המבנה של קרקעות אלו ועל ידי כך הקטינה את הרס התלכידים שלהן כתוצאה מכוחות המיגוג עם הרטבתן ושמרה על ערכי K_s גבוהים (איורים א' ו-ב'). תוצאות דומות התקבלו בעבודתם של Lado וחוב' (2004), שמצאו כי עלייה בתכולת חומר אורגני כללי בקרקעות מספרד מ-2.3% ל-3.5% הגדילה את יציבות תלכיד הקרקע, מנעה את התמוגגותם והעלתה את ערכי K_s שלהן. לעומת זאת, באזור מלאכים, למרות ההבדל המובהק בתכולת החומר האורגני בשכבת הקרקע 0-10 ס"מ בין הדגימות מתוך היער לעומת אלו משטחי הבור (איור ג'), לא נמצאו הבדלים מובהקים בערכי ה- K_s של הדגימות (איור ג'). כנראה, שתכולת החומר האורגני הגבוהה (5.5%) בשכבת הקרקע העליונה משטחי הבור באזור זה הספיקה לייצב את מבנה הקרקע לרמת ייצוב של הדגימות מתוך היער, שהכילו 8.1% חומר אורגני.

למרות הירידה החדה בערכי ה-EC בתמיסת הקרקע בקרקעות השונות, עם המעבר משטיפתם במים מליחים למי גשם (איור 2), הפחיתה בערכי ה- K_s שלהן הייתה מתונה (איור 1). הירידה בערכי ה- K_s לאחר שטיפה בכ-8 נפחי נקבובים של מי גשם לעומת ערכי ה- K_s בשטיפה עם מים מליחים של הדגימות מתוך היער או משטחי הבור הייתה 11%-27.2%, בהתאמה, בקרקעות מאזור באר שבע, 11.4%-22.11%, בהתאמה, בקרקעות מאזור יתיר ו-1%-2.8%, בהתאמה, באזור מלאכים (איור 1). ירידה זו במוליכות ההידראולית של הקרקעות השונות עם שטיפתן במי גשם יכולה לנבוע משני גורמים עיקריים (Keren & Ben-Hur, 1984; Shainberg & Letey, 2003):

(1) דיספרסיה כימית של החרסית בקרקע הגורמת לפירור התלכידים ולאטימת הנקבובים המוליכים מים. ערכי ה-EC במצב תמידי שהתקבלו לקראת סוף השטיפה של הקרקעות השונות במי הגשם היו גבוהים מערכי הפלוקולציה של החרסית בקרקעות אלו עם רמת הניתרון הנמוכה שלהן (ערכי $SAR > 1.03$, טבלה 1) (Oster et al., 1977; van Olphen, 1980), ולכן הדיספרסיה הכימית של החרסית במקרה זה נמנעה. עם זאת, ערכי הדיספרסיה



איור 4: תכולת חומר אורגני כללי בקרקעות שנדגמו מתוך היער ומשטחי הבור באזורים באר שבע, יתיר ומלאכים כתלות בעומק הקרקע. קווים אופקיים מציינים שני ערכי שגיאות תקן מהממוצע, ו- $*$ מציינת הבדל מובהק בין תכולת החומר האורגני בשכבת הקרקע שנדגמה מתוך היער לעומת השכבה שנדגמה משטח הבור בכל אזור.

Fig. 4: Organic matter content in the forest and virgin soils from Beer Sheva, Yatir, and Malachim regions as functions of the soil depth. The lateral bars near the symbols represent 2 standard errors, and * indicates significant differences between the land uses for each soil depth and region.

Location מיקום	In forest בתוך היער %	Virgin land שטח בור %
Beer Sheva באר שבע	30.6 b	65.2 a
Yatir יתיר	16.3 b	36.6 a
Malachim מלאכים	12.1 a	16.3 a

טבלה 2: ערכי דיספרסיה של הקרקעות שנדגמו מתוך היער ומשטחי הבור באזורים השונים. אותיות שונות ליד המספרים בכל שורה מציינות הבדלים מובהקים בין הדגימות מתוך היער לבין הדגימות משטחי הבור.

Table 2: Dispersion values of the soil samples that were sampled from the forest and the virgin land.

Different letters near the numbers indicate significant differences between the land uses in each region.

2. שיפור במבנה הקרקע ובמוליכות ההידראולית שלה ביער נבע בעיקר מהעלייה בתכולת החומר האורגני בשכבת הקרקע העליונה כתוצאה מעלים וממחטים שנשרו מנוף העצים על פני הקרקע. באזורים באר שבע ויתיר, שבהם ממוצע הגשם הרב-שנתי הוא 190 ו-283 מ"מ/שנה, חלה עלייה מובהקת בתכולת החומר האורגני בקרקע ל-1.4% ו-3.1%, בהתאמה, וכתוצאה מכך גם לעלייה במוליכות ההידראולית של הקרקעות ביער. לעומת זאת, באזור מלאכים, שבו ממוצע הגשם הרב-שנתי הוא 360 מ"מ/שנה, תכולת החומר האורגני בקרקע בשטחי הבור הייתה 5.5%, שהספיקה לייצב את מבנה הקרקע לרמת ייצוב של קרקע היער, שהכילה 8.1% חומר אורגני. כתוצאה מכך, שינוי בשימוש הקרקע משטח בור ליער באזור זה לא השפיע על ערכי המוליכות ההידראולית של הקרקע.

3. ייצוב במבנה הקרקע באזורים שבהם ממוצע הגשם הרב-שנתי היה $283 > \text{מ"מ/שנה}$ נבע בעיקר מהתנגדות לכוחות המיגוג, שנובעים מהרטבה מהירה של הקרקע.

4. העבודה הנוכחית נעשתה בדגימות מופרות שנלקחו משטחי בור ויער והמדידות נעשו בתנאי מעבדה. לכן, מחקר נוסף בנושא דרוש בתנאי שדה בקרקעות לא מופרות.

מקורות

- אסם, י. (2014). סוגיות עיקריות בחקר היערות המחטניים של ישראל – סיכום ארבעים שנות מחקר (1972–2012), חלק ב': הבנת התהליכים הטבעיים המתרחשים ביער ומעבר לניהול היער כמערכת אקולוגית רב תכליתית. אקולוגיה וסביבה, 4: 421–430.
- בן-חור, מ., גסר, ג., לייב, ל., טנאו, ח., מרקיס, כ. ואסולין, ש. (2010). השפעת תכסית צמחית ושימושי קרקע על נגר עילי וסחף קרקע בשטחים פתוחים במישור החוף. הנדסת מים, 71: 34–39.
- לבנוני, ט. (2005). מגוון המינים ביערות אורנים נטועים בהשוואה לחורש טבעי בשפלת יהודה. עבודת גמר לתואר מוסמך, אוניברסיטת תל-אביב.

שנמדדו בעבודה הנוכחית וחושבו על פי נוסחה [4] בקרקעות מהאזורים באר שבע ויתיר בדגימות משטחי הבור היו גבוהים באופן מובהק מאשר אלה מתוך היער, כאשר באזור מלאכים, ערכי הדיספרסיה היו נמוכים וההבדלים בין הערכים שהתקבלו בדגימות מתוך היער ומשטחי הבור היו לא מובהקים (טבלה 2). כנראה, שערכי הדיספרסיה הגבוהים יותר בדגימות משטח הבור לעומת הדגימות מתוך היער באזורים באר שבע ויתיר נבעו מדיספרסיה מכנית של החרסית בקרקע, שנבעה מתכולה נמוכה יותר של חומר אורגני בדגימות משטחי הבור מאשר בדגימות מתוך היער (איורים 4א ו-4ב). הדיספרסיה המכנית של החרסית בקרקע נגרמת מהרס תלכדי חרסית כתוצאה מכוחות המיגוג עם ההרטבה המהירה של הקרקע ואינה מושפעת מריכוז האלקטרוליטים בתמיסה. מכאן, שערכי הדיספרסיה הגבוהים יותר בדגימות משטחי הבור מאשר מתוך היער באזורים באר שבע ויתיר, כפי שנמצאו בעבודה זו (טבלה 2), היו כנראה גורם נוסף לערכי ה- K_s הנמוכים יותר בדגימות משטחי הבור, לעומת הדגימות מתוך היער במהלך שטיפת הקרקע במים מליחים ומי גשם (איורים 1א ו-1ב). ערכי הדיספרסיה בדגימות הקרקע משטחי הבור באזור באר שבע היו גבוהים יותר באופן מובהק (65.2%) מאשר באזור יתיר (36.6%) (טבלה 2). הבדלים אלה בערכי הדיספרסיה היו, כנראה, הגורם להבדלים הגדולים יותר בערכי ה- K_s בין הדגימות מתוך היער לדגימות משטחי הבור באזור באר שבע מאשר באזור יתיר (איורים 1א ו-1ב).

(2) תפיחת הקרקע הגורמת להצרה של הנקבובים המוליכים מים בקרקע. תפיחה זו גדלה ככול שריכוז האלקטרוליטים בתמיסת הקרקע יורד וערכי הנתרון של הקרקע עולים. ערכי התפיחה שנמדדו בעבודה הנוכחית וחושבו מנוסחה [3] היו נמוכים יחסית, ולא נמצאה מגמה מובהקת בינם לבין ערכי ה- K_s של דגימות הקרקע השונות (תוצאות לא מוצגות). כנראה, שערכי הנתרון הנמוכים בקרקעות שנמדדו (טבלה 1) גרמו לירידה המתונה בערכי ה- K_s עם שטיפתן במי הגשם (איור 1) ולחוסר המגמה שנמצאה בין ערכי התפיחה לערכי ה- K_s .

סיכום ומסקנות

1. השפעת השינוי בשימוש הקרקע משטחי בור ליער על יציבות מבנה הקרקע והמוליכות ההידראולית שלה בדרום הארץ הושפעה מתנאי האקלים, ובמיוחד ממוצע הגשם הרב-שנתי באזור. שינוי זה גרם לעלייה מובהקת ביציבות מבנה הקרקע ובמוליכות ההידראולית שלה באזורים באר שבע ויתיר ולחוסר השפעה באזור מלאכים.

- hydraulic conductivity. *Aust. J. Soil Res.*, 41: 979–989.
- Lado, M., Paz, A. & Ben-Hur, M. (2004). Organic matter and aggregate-size interactions in saturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68: 234–242.
- Le Bissonnais, Y. & Arrouay, D. (1997). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. *European Journal of Soil Science*, 48: 39–48.
- Morin, J., Benyamini, Y. & Michaeli, A. (1981). The effect of raindrop impact on the dynamics of soil surface crusting and water movement in the profile. *J. Hydrol.*, 52: 321–335.
- Oster, J.D., Shainberg, I. & Wood, J.D. (1980). Flocculation value and gel structure of Na/Ca montmorillonite and illite suspension. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 955–959.
- Raz-Yaseef, N., Rotenberg, E. & Yakir, D. (2010). Effect of spatial variation in soil evaporation caused by tree shading on water flux partitioning in a semi-arid pine forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150: 454–462.
- Raz-Yaseef, N., Yakir, D., Schiller, G. & Cohen, S. (2012). Dynamic of evapotranspiration partitioning in a semi-arid forest as affected by temporal rainfall patterns. *Agricultural and Forest Meteorology*, 157: 77–85.
- Rotenberg, E. & Yakir, D. (2010). Contribution of semi-arid forest to the climate system. *Science*, 327:451–454.
- Shabtai, I.A., Shenker, M., Edeto, W.L., Warburg, A. & Ben-Hur, M. (2014). Effect of land use on structure and hydraulic properties of Vertisol containing a sodic horizon in northern Ethiopia. *Soil & Tillage Research*, 136:19–27. DOI: 10.1016/j.still.2013.09.007
- Shainberg, I. & Letey, J. (1984). Response of soils to saline and sodic conditions. *Hilgardia*, 52: 1–57.
- Smith, D.L. & Johnson, I.C. (2003). Expansion of *Juniperus virginiana* L. in the Great Plains: Changes in soil organic carbon dynamics. *Global Biogeochem. Cy.*, 17, 1062.
- Tsegaye, D., Moe, S.R., Vedeld, P. & Aynekulu, E. (2010). Land-use/cover dynamics in Northern Afar rangelands, Ethiopia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 139: 174–180.
- Ungar, E.D., Rotenberg, E. & Cohen, S. 2013. Transpiration and annual water balance of Aleppo pine in a semi-arid region: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 298:39–51.
- van Olphen, H. (1977). *An Introduction to Clay Colloid Chemistry* (2nd ed.). New York: Interscience publishing.
- עמית, ת. (2009). השפעת גורמים ביוטיים ואביוטיים על הביומסה ועושר המינים של צומח שיחי ועשבוני ביערות מחטניים בספר המדבר. עבודת גמר לתואר מוסמך, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית. קפלן, מ. (2008). תכנית מתאר ארצית ליער ולייעור, תמ"א 22. מסמך מדיניות.
- רביקוביץ, ש. (1992). קרקעות ישראל: התהוותן, טבען ותכונותיהן. הוצאת הקיבוץ המאוחד .
- Agassi, M., Shainberg, I. & Morin, J. (1981). Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 848–851.
- Allison, L.E. (1965). Organic carbon. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties (agronomy)* (pp. 1367–1378). Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc.
- Ben-Hur, M. (2008). Seal formation effects on soil infiltration and runoff in arid and semiarid regions under rainfall and sprinkler irrigation conditions. In: Zereini, F., Jaeschke, W. (Eds.), *Climatic Changes and Water Resources in the Middle East and in North Africa* (pp. 429–452). Berlin Heidelberg: Springer-Verlang .
- Ben-Hur, M., Yolcu, G., Uysal, H., Lado, M. & Paz, A. (2009). Soil structure changes: aggregate size and soil texture effects on hydraulic conductivity under different saline and sodic conditions. *Aust. J. Soil Res.*, 47: 688–696.
- Day, P.R. (1956). Report of the Committee on Physical Analyses, 1954–1955. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20: 167–169.
- Farley K.A., Jobbagy, E.G. & Jackson, R.B. (2005). Effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. *Glob Change Biol.*, 11: 1565–1576.
- Grunzweig, J.M., Gelfand, I., Fried, Y. & Yakir, D. (2007). Biogeochemical factors contributing to enhanced carbon storage following afforestation of a semi-arid shrubland. *Biogeosciences*, 4: 891–904.
- Gupta, R.K. & Verma, S.K. (1984). Influence of soil ESP and electrolyte concentration of permeating water on hydraulic properties of a Vertisol. *Z. Pflanz. Bodenkunde*, 147: 77–84.
- Jackson, R.B., Banner, J.L., Jobbagy, E.G. Pockman, W.T. & Wall, D.H. (2002). Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands. *Nature*, 418: 623–626.
- Keren, R. & Ben-Hur, M. (2003). Interaction effects of clay swelling and dispersion and CaCO₃ content on saturated

ניצול בולי עץ ורסק עץ כפועל יוצא של פעולות ממשק ביערות הנטועים בישראל

תמצית הדוח של משלחת שירות הייעור האמריקני (יולי 2012)

Larry Swan, USDA Forest Service, State & Private Forestry (S & PF)

and Mark Knaebe, USDA Forest Service (S & PF) Technology Marketing Unit, Forest Products Laboratory

עריכה: כליל אדר ועמרי בונה

מבוא

כופתאות (Pellets): תוצר ייבוש ודחיסה של רסק עץ ליצירת כופתאות בעלות ערך קלורי גבוה בשרפתן. כופתאות אלו משמשות בשוק הפרטי והמסחרי ליצירת חום ואנרגיה.

רקע – ממשק היער הנטוע בישראל

הקק"ל מנהלת כמיליון דונם של יערות נטועים. עיקר השטח המיוער הוא של עצים מחטניים. אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) מהווה את המין העיקרי ביערות אלו ואחריו אורן ברוטיה (*P. brutia*) וברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*). נטיעת אורן ירושלים פחתה באופן משמעותי החל מאמצע שנות ה-1970, בשל פגיעת המצוקוקוס הא"י (*Matsucoccus josephi*). אורן ברוטיה, העמיד למזיק, הפך למין המחטני העיקרי בנטיעות חדשות. במקביל, הושם דגש ניכר בנטיעת מינים טבעיים של רחבי עלים, כדוגמת האלון והאלה.

היעד המרכזי של ממשק היער, שחותרת אליו הקק"ל באזורי הצפון והמרכז, הוא הפיכת היערות המחטניים המונוקולטורים ליערות מגוונים יותר, בעלי מורכבות מינית ומבנית, משמע יער רב-גילי ורב-שכבתי. זאת, במטרה לשפר לטווח הארוך את השרידות של היערות מול עקות והפרעות וכן להגביר את המגוון המבני והביולוגי שלהם.

תפוקת העץ מהיערות היא פועל יוצא של הטיפולים היערניים הסדורים על פי עקרונות יעראיים ואינה מטרה בפני עצמה. רק כ-400,000 דונם מהשטחים המיוערים, המנוהלים על ידי הקק"ל, נכללים בניהול אקטיבי, שמשמעותו דילולים מחזוריים כחלק מממשק היער.

על פי תורת הייעור הנוכחית, תדירות הטיפולים צריכה להיות אחת לכ-15 שנים. כלומר, ברמה הארצית הצורך לטפל בכ-27,000 דונם לשנה בממוצע.

על מנת לבחון את היתכנות ניצול העץ יש לאמוד את הכמויות השנתיות הממוצעות ואת התנודתיות הצפויה בהן.

בקיץ 2012 אירחה הקק"ל שני מומחים של שירות הייעור האמריקני בתחום ניצול ועיבוד העץ. זאת, כחלק משיתוף הפעולה המתקיים בין הארגונים מזה 28 שנים. מטרת הצוות הייתה לחקור את הנושאים הבאים ולהגיש לגביהם המלצות:

1. שיפור בניצול תוצרי העץ כתוצאה מדילול ומכריתה ביערות.
2. שימור ופיתוח תעשיות עץ מקומיות לעיבוד תוצרי יער.
3. הפחתת העלויות של ניהול היערות.
4. שימור ופיתוח כוח עבודה תחרותי ומנוסה של קבלנים לממשק היערות.

בחמשת ימי הסיוור בארץ המשלחת נפגשה עם שישה קבלנים של עבודות יערניות, קבלן ריסוק אחד, ארבע חברות שרוכשות קורות עץ, שני צרכני קצה לרסק עץ וחמישה עסקים או יועצים בתחום שוק העץ בישראל.

המשלחת הקודמת של שירות הייעור האמריקני, שהתמקדה במוצרי עץ וניצולם, ביקרה בישראל בשנת 1993 (Sebelius & Peterson, 1993).

מילות מפתח: ממשק היער, תפוקת עץ, דילול, כריתה, רסק עץ, עץ לניסור, עץ הסקה, מרסקת (פטישים).

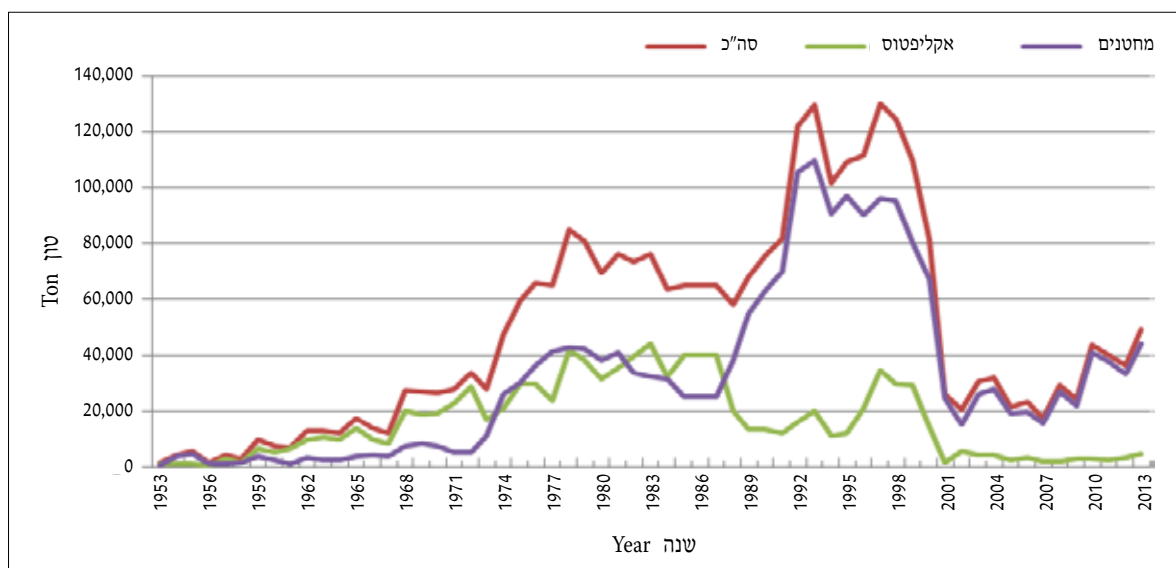
הגדרות

תפוקת עץ: החומר העצי שיוצא מהיער במסגרת הטיפולים היערניים והמיועד לשימוש מסחרי.

ביומסה: כלל החומר האורגני הנמצא ביער.

גזם: שאריות הענפים והעלים הנותרים ביער לאחר ניקוי הגזע לכל אורכו.

רסק עץ: חומר שבבי (מרוסק) של הענפים והעלים (הגזם). הרסק נוצר על ידי מכונות ריסוק שונות.



איור 1: מגמות בתפוקת העץ השנתית ביערות הקק"ל 1953–2013.

Figure 1: Forest timber production trends on the national scale 1953–2013. Index: blue = conifers, green = eucalypts, red = total

כמות העץ היוצאת מהיערות – מבט אחורה וצפי לעתיד

כפי שניתן לראות באיור 1, תפוקת העץ מהיער הגיעה לשיא של כ-100,000 טון בשנה, בין השנים 1995–2000. רמה גבוהה זו של תפוקת עץ נבעה מכריתות מלאות של חלקות אורן ירושלים, שנפגעו מהמצוקוקוס הא"י ומפעילות מפעל א.מ.די.אף (Medium Density Fiberboard – MDF), בשנים 1996–2001. עם סגירת המפעל וסיום כריתות החידוש של יערות אורן ירושלים, ירדה מאוד תפוקת העץ השנתית הממוצעת. בין השנים 2002–2009 הממוצע היה 21,451 טון לשנה, ואילו בארבע השנים האחרונות הממוצע עלה ל-39,000 טון לשנה. הכמות הכללית, הרכב המינים והמוקדים הגיאוגרפיים של תפוקת העץ והבימוסה היוצאת מהיערות, כתוצאה מדילול, לא צפויים להשתנות משמעותית, זאת בהסתמך על הוראות והמלצות ממשק היער הנוכחיות. אולם, בעשורים הקרובים, בשל פעולות החידוש של יערות אורן ירושלים, בגילאים של 50–70 שנה, שמזדקנים ומתמוטטים בהדרגה, צפויה לגדול תפוקת העץ השנתית וכן צפוי לעלות נתח העץ בעל הקטרים הגדולים (30 ס"מ ומעלה).



תמונה 1 (למעלה): טרקטור חקלאי עם כננת גורר עצים כרותים אל תחנת העבודה (צילום: כליל אדר).

Picture 1 (above): Whole-tree yarding with a four-wheel drive (4WD) tractor (Photo: Kalil Adar).

תמונה 2 (מימין): טרקטור גרירה והעמסה מסוג "סקידר" (Skidder) בעל עבירות טובה בתנאי שטח קשים (צילום: עמרי בונה).

Picture 2 (right): A skidder tractor with improved ability to haul trees in tough terrain (Photo: Omri Bonne).



תמונה 3: מרסקת נגירת המזנת על ידי שופל בגזם יערני פולטת את הרסק למכולה פתוחה, המועמסת היישר אל הלקוח. במקרה הזה – עיריית כרמיאל (צילום: כליל אדר).

Picture 3: A grinder fed by a tractor loads the biomass into a container to be transported directly to the customer (Carmiel Municipality) (Photo: Kalil Adar).



ציוד המשמש לכריתה, להובלה ולריסוק

רוב שיטות הוצאת העץ שראינו בביקורי השטח אצל הקבלנים כללו כריתה באמצעות מסורי שרשרת, גרירת עצים שלמים בטרקטורים חקלאיים 4WD (תמונה 1), ניתוק ענפים וניסור להסקה ו/או בולים ברחבות העבודה על ידי מסור שרשרת.

שני קבלנים השתמשו במעמיסים (skidder) ממודל מיושן (תמונה 2) במקום בטרקטורים, וקבלן אחד, שעבד בפרויקט של דילול ראשון ביער, השתמש במיני-מעמיס (בובקט).

ציוד עזר לביצוע האיסוף, כגון כבלי פלדה או מצבטים (chokers or tongs), לא היה בשימוש. במקום זאת, הקבלנים שבחנו השתמשו בוים ובשרשראות פשוטים לקשירה ולגרירה (bundle and skid) של מספר גזעים בכל פעם. במהלך הביקורים בשטח לא ראינו כלל ציוד על זחלילים. הבולים החתוכים מובלים לשוק לרוב ביחידות באורך של 2.4 מ'. ההובלה של רסק עץ ושל עצי הסקה נעשית לרוב במכולות נתיקות.

ציוד ריסוק העץ שנבחן כלל מרסקת ממודל אירופי אופקי, בעלת כ-500 כ"ס, שנרכשה השנה (תמונה 3). המרסקת מנוהלת ומופעלת על ידי "חברה" חקלאית, המשתמשת בה בערך 30% מהזמן לריסוק גזם של מטעים. שתי מרסקות אחרות נמצאות בבעלות קבלנים, המבצעים עבודות דילול וכריתה עבור הקק"ל. הם מבצעים ריסוק גזם ושאריות עץ דק עבור עצמים ועבור קבלנים אחרים.

חלק מהגזם, במיוחד בדילול יערות צעירים, מרוסק באמצעות מכסחות פטישים (תמונות 4א' ו-4ב'). היתרון העיקרי של שיטה זו הוא בהותרת החומר האורגני והמינרלים ביער.

שימושים קיימים ואפשריים לעץ המקומי

עץ להסקה

על פי הערכות שונות, נראה שלפחות 40%, ובתקופות מסוימות אפילו 80%, מהגזעים שנכרתו ביערות הקק"ל מגיעים לשוק עצי ההסקה. הקבלנים העובדים ביערות קק"ל מוכרים על פי רוב לפחות 500 מ"ק של עץ הסקה לשנה; אחד מהם דיווח על מכירת 7,000-8,000 מ"ק לשנה.

כל כמות מעל 3,000 מ"ק נחשבת, גם בארצות הברית, לעסק עצי הסקה מצליח. לא נעשה כל ניסיון לחשב את שולי הרווח של הקבלנים לעצי הסקה, אך יצרן עצי ההסקה הגדול ביותר שהתראיין יצר הכנסה של לפחות 1.6 מיליון ש"ח מעצי הסקה בלבד, ואצל הקבלן הממוצע הסכום היה בערך

תמונה 4 (א ו-ב): מרסקת פטישים, המורכבת על טרקטור מסוג בובקט ועבודת ריסוק ערימות גזם, בשטח יער צעיר לאחר דילול (צילום: כליל אדר).

Picture 4 (A & B): Skid steer with grinding attachment for forest slash. Part of the slash remaining after forest management activities, particularly following thinning in young stands, is ground and spread on the forest floor to leave nutrients in situ (Photo: Kalil Adar).

כמות קטנה מאוד של גזעים לניסור, אולי פחות מ-5% מהגזעים שנכרתו, מגיעה למנסרות הנמצאות בישראל עצמה לייצור מגוון רחב של מוצרים. נראה שהמוצרים היוצאים משתי המנסרות המבוססות ביותר, שבהן ביקרנו, מתמקדים בנישיות מקומיות, שהן קטנות מדי לייבוא סחורות, כגון רהיטים בעיצוב כפרי, ריהוט ואביזרים לחצר ולגינה, ריהוט עם הדגשים ארכיטקטוניים, עצים לעיצוב הנוף ולנוי, גידור, גשרים לגנים ולשבילים, ועמודי תמיכה לעצים ולבתי רשת.

המכונות והציוד לעיבוד העץ העבה לניסור, הקיימים במנסרות בישראל, הם בסיסיים למדי, אך מתאימים לשווקים המקומיים. רק במנסרה אחת, שבה ביקרנו, באזור התעשייה גליל תחתון, הייתה מערכת עיבוד שלמה המספיקה להפקת מוצרים איכותיים, שיכולה להתחרות בכמה ממוצרי הייבוא (כגון: מסור סרט עם עגלה, מסור סרט גדול לניסור בולי עץ וקורות [resaw], מסור דיסק [edge], תנורי ייבוש ממוחשבים, מערכת לעיבוד פסולת עץ, ובית מלאכה להשחזה ולתחזוקה של מסורים). מנסרה זו מתמחה בעיבוד קורות אקליפטוס והעדיפות שלה ברכישת עץ מהיערות היא של אקליפטוס, אחריו מיני ברושים, אך גם מיני אורן בקטרים גדולים.

בעל מנסרה זו ציין, כי הוא מוכן לשלם כ-40% יותר מערך העץ לתעשיית המשטחים. על בולי עץ בקוטר 30 ס"מ ומעלה הוא מוכן לשלם בין 440 ל-490 ש"ח לטון לעומת הערך הכספי 320 עד 350 ש"ח לטון עץ עבור ייצור משטחים. מחיר זה, ללא מע"מ, הוא עבור עץ בשער המפעל.

מחצית מזה, לא כולל הכנסה בגין עבודה, שבוצעה על פי החוזים עם קק"ל ושממנה התקבלו עצי ההסקה. מספר המתחרים הפוטנציאליים בעלי גישה לבולי עצים להכנת עצי הסקה, מלבד קבלני קק"ל, הוא כנראה מוגבל מאוד.

טווח המחירים של עץ הסקה (אורן) נע מהמחיר הנמוך בסך 150 ש"ח למ"ק בקיץ ועד ל-300 ש"ח למ"ק בחורף. מחיר המכירה הממוצע המדווח של הקבלנים בקיץ הוא כ-211 ש"ח למ"ק ובחורף 259 ש"ח למ"ק. משקי בית המשתמשים בעצי הסקה רוכשים בממוצע 8-12 מ"ק לשנה, ולעתים כפול מכמות זו באזורים הגבוהים יותר ובחורפים קרים במיוחד. המתחרה העיקרי לשוק עצי ההסקה הוא הנפט. בהתבסס על מחשבון שווה הערך הקלורי של חומרי דלק שונים של שירות הייעור האמריקני, צרכן של עצי הסקה בארץ יכול לשלם הרבה יותר עבור עץ אורן יבש למחצה לפני השימוש בנפט הופך לכדאי יותר כלכלית. כך שלכאורה, יש פוטנציאל להעלאה משמעותית במחיר העץ הנמכר להסקה.

עץ לניסור

רוב הגזעים העבים המתאימים לעיבוד נמכרים על ידי הקבלנים העובדים בקק"ל למנסרות בחברון, שעוסקות בייצור משטחים. כמות זו יכולה להגיע עד 30,000 טון בשנים מסוימות. כאשר מחיר העץ בחברון יורד ולקראת עונת החורף, חלק מהעץ העבה מופנה לצורכי הסקה (תמונה 5).



תמונה 5: ערימות עץ להסקה ו"רמסה" של בולי עץ המיועדים לייצור משטחים בחברון. בערימת ההסקה גם קטרים גדולים (מעל 40 ס"מ), שהיו בדיעבד יכולים לשמש בתעשיית העץ המקומית (צילום: כליל אדר).

Picture 5: Piles of firewood and a rack (in the background), intended for the Hebron pallet industry. In the pile are large-diameter logs that could have been used in the local industry (Photo: Kalil Adar).



תמונה 6: ערימת רסק עץ, תוצר לוואי של הדילול ביער. עשרות ערימות כאלו פזורות ביערות ללא דורש, לעומת זאת, בארצות עם שוק עץ מפותח קיים ביקוש גבוה לרסק העץ כחומר איכותי לייצור אנרגיה (צילום: כליל אדר).

Picture 6: Grinded slash pile, a by-product of forest thinning contracts. Many similar piles are left over, as having no demand, whereas in a more developed wood market the high demand for and high value of forest biomass would leave no trace behind (Photo: Kalil Adar).

אתגרים

התחרות העיקרית לתוצרת העץ העבה, המיועד לניסור, מיערות קק"ל, באה מכיוון העץ המיובא. בשנת 2011, ישראל ייבאה 567,000 מ"ק של עץ מחטני גלמי וחתוך בסכום של כ-200 מיליון דולר.

העדפה של עץ, שמקורו מעצי האורן ביערות ישראל, על פני ייבוא של עץ מעובד, היא, אם כך, אתגר. אתגר זה מציב סוגיות לא קלות:

1. כיצד להציע מחירים תחרותיים מול מוצרים המיוצרים על ידי חברות בעלות יתרון של גודל?
2. כיצד להתחרות בתחום האיכות מול חברות המשקיעות מדי שנה מאות מיליוני שקלים בטכנולוגיה ובמערכות בקרת איכות?
3. כיצד להפיק ולאחסן כמויות מספיקות של מוצרים ייעודיים, שיהיו זמינים למכירה בזמן המתאים?

אתגרים אחרים בבניית תעשיית מוצרי עץ תחרותית בישראל הם אפילו בסיסיים יותר. לדוגמה, לעצי המחט בישראל יש נטייה להצרה של הקוטר בחלקו העליון של הגזע לעומת מינים מתחרים של מחטניים. התוצאה היא, עלויות ייצור גבוהות יותר בשל ניצולת נמוכה יותר. אתגר נוסף הוא סגנון הבנייה בישראל, המגביל את שוקי העץ בתחום זה, בעיקר לעץ המיועד לטפסנות בניין ולפיגומים ולא לבניית קירות מעץ. אולם, העץ

הביקוש הצפוי של מנסרה זו לעץ מהיער יהיה בין 660 ל-1,800 טון לשנה. בעל המנסרה ציין עוד, כי ניתן יהיה להגדיל את היקף העץ הנקלט מהיערות לכדי 4,000 עד 5,000 טון לשנה בתנאי שתהיה אספקה סדירה ובטוחה ולאורך שנים מיערות קק"ל. זאת, על ידי הגדלת פסי הייצור לתעשיית הריהוט, משטחים וסמוכות חקלאיות.

רסק עץ

כמות הגזם המוצא מהיערות והמרוסק, ברובו ברחבות העבודה, זהה (מבחינת משקלו) לכמות העץ המופקת מהיער. אולם, השווקים לרסק עץ בישראל בשלב הזה הרבה פחות מפותחים מהשווקים לעצי הסקה ולגזעים לניסור. להערכת יערי קק"ל, רק כ-15% מרסק הגזם מיערות הקק"ל אכן מנוצל (בסביבות 5,000 טונות לשנה).

אחד הקבלנים, שככל הנראה הייתה לו ההבנה הטובה ביותר בשוקי רסק העץ, סיפר, שבסביבות 40% מהתוצרת שלו מגיעה לעיריות לחיפוי אזורים מגוננים, 40% מיועדים לשוקי הקומפוסט, הנמצאים בטווח של 100 ק"מ, ו-20% משמשים כחיפוי קרקע במטעים חקלאיים.

השוק הפוטנציאלי החשוב האחר לרסק עץ הוא כחומר דלק למבערים ליצירת קיטור במפעלים צורכי אנרגיה. המפעל הישראלי היחיד, המייצר אנרגיה, שבו ביקרנו (מתקן הפקת הקיטור בגלעם המופעל על ידי חברת ואוליה (Veolia), עדיין לא קלט רסק עץ מיערות הקק"ל בכמות מסחרית, אולי בשל המחיר הנמוך שהציע, שלא יצר כדאיות כלכלית. שווקים עתידיים לרסק היערי בישראל יכולים, לכאורה, לכלול מפעלים המייצרים מהרסק כופתאות (pellets), שייסחרו וישמשו כתחליפים למוצרי נפט.

אחד השווקים האטרקטיביים עבור רסק העץ מיערות הקק"ל, בטווח הקרוב, יכול להיות חיפוי קרקע להפחתת ההשקיה בגינון ציבורי. גברת שוש עינב, מנהלת מחלקת הגינון בעיריית כרמיאל, מסרה נתונים המצביעים על חיסכון שבין 50% עד 60% בחשבונות המים של העירייה בשל השימוש בחיפוי רסק עץ. אם נתרגם זאת לערכים כספיים, פירוש הדבר, שהעירייה יכולה באופן תיאורטי לשלם את עלויות ההובלה עבור שכבה ראשונית של 10 ס"מ רסק עץ על פני 960 דונם ועדיין להישאר עם עודף של 600,000 ש"ח (בהנחה, כי עלות המים תוחזר תוך שנה אחת בלבד והובלת רסק העץ היא ברדיוס של עד 25 ק"מ).

גם שימוש ברסק עץ על פני תקופה של 10 שנים, הלוך בחשבון את עלויות הובלת שכבת "חידוש" הוכח כנכון כלכלית. באופן תיאורטי, העירייה יכולה לממש חיסכון ממוצע בעלויות המים בערך של כ-2.1-2.6 מיליון ש"ח או כ-1.9-2.3 מיליון ש"ח, אם מרחק הובלת הרסק קטן מ-25 ק"מ או מ-50 ק"מ בהתאם.

8. גזעים קטנים, המשמשים בצורתם המעוגלת לייצור רהיטים (מעצים צעירים עד בינוניים).
9. גזעים המנוסרים לייצור לוחות בבנייה ירוקה, ומשמשים לחיזוק מבני בטון וליישומים אחרים.
10. גזעים המנוסרים לייצור משטחים.
11. גזעים המנוסרים למגוון מוצרים, כגון לוחות עבים, קורות וקורות תמך.
12. גזעים המנוסרים ומיובשים בכבשן לייצור מוצרים בעלי ערך מוסף.

בין השווקים והעסקים המצדיקים בחינה נוספת ניתן למצוא:

1. שבבים או רסק עץ ליישומים בשוקי נישא, כגון גני משחקים.
2. שבבים או רסק עץ כחלק מתערובת לשיקום הקרקע ביישומים חקלאיים לא מסחריים.
3. שבבים או רסק עץ המשמשים כביו-פילטר להפחתת הריחות ממתקני שפכים ומקומפוסט, ולטיפול בריחות אחרים.
4. שבבים או רסק עץ המשמשים לסינון מים, ללא צורך בעיבוד נוסף.
5. שבבים או רסק עץ המשמשים למניעת סחף קרקע בשימוש נרחב או בגלילי טקסטיל.
6. שבבים או רסק עץ ההופכים למוצרי פחם (char products) לטיוב הקרקע (ניתן להוסיף ולעבדם לייצור פחם פעיל).
7. שבבים או רסק עץ העוברים עידון כדי להופכם למחצלות סיבים לסינון מים ולסינון אחר (כגון ללכידת מתכות כבדות במכרות).
8. מחטים ועלים לשוק השמנים האתריים.
9. גזעים קטנים או מפוצחים לייצור פחם עץ (במפעלים מתוחכמים יותר משתמשים בשבבים או ברסק עץ).
10. גזעים מעובדים למחצה לעמודי חשמל, גדרות, הדגשים ארכיטקטוניים ומבנים מגזעי עצים.
11. גזעים לניסור ולעיבוד גס, שיעברו טיפולי שימור למניעת מזיקים (treating industry).

15 המלצות ייחודיות מצוינות בדוח, שמטרתן שיפור הניצול של דילול היערות, שימור הפוטנציאל של תעשיית מוצרי היער, הפחתת עלויות הניהול ביערות הנטועים של קק"ל ושימור כוח עבודה תחרותי ומנוסה של קבלנים. את מרבית המלצות האלה ניתן ליישם בטווח זמן קצר של 4 חודשים. מבין המלצות אלה נציין את העיקריות:

1. **נוהלי רכש מוצרי עץ בקק"ל:** פרויקט זה כרוך בבחינה מחדש של נוהלי הרכש הנוכחיים של קק"ל על מנת לזהות את המקומות שבהם הקק"ל יכולה, בפרויקטים שהיא מבצעת, לעשות שימוש בעץ ובמוצרי עץ, שמקורם

המקומי יכול להתאים לבניית דקים, פרגולות, גדרות וקירות פנים.

נעשו אמנם מספר ניסיונות בעבר לבנות תעשיית עץ גדולה יותר בישראל, כולל מפעל או שניים לדיקטים בתחילת שנות ה-90 של המאה הקודמת ומפעל MDF, שפעל בין השנים 1996-2001. כל המפעלים הללו נתקלו, ככל הנראה, בבעיות של אספקת עצים ותחרות קשה עם ייבוא מחו"ל. אתגרים דומים עומדים גם היום בפני המנסרות שבהן ביקרנו. אתגר מסוג שונה הובע על ידי אנשי קק"ל בתחום היצע הקבלנים המצומצם והקטנת התחרות להשגת חוזים. על פי הראיונות, שהתקיימו עם הקבלנים, נראה שהדאגה מוצדקת. חלקם קרובים לגיל פרישה ועל אף שכמה מצאצאיהם עובדים איתם (בניהם), בני הדור הנוכחי הרבה פחות נלהבים לערב את בניהם (הנכדים). האתגרים הגדולים שיעמדו בפני קבלנים חדשים יהיו צבירת די ניסיון כדי לעמוד בתחרות, ומימון ראשוני עבור העלויות והציוד ההתחלתיים.

סיכום והמלצות

יש בנספחי הדוח המפורט כלי עזר לקבלת החלטות, המיועד לסייע בבחינה ובהשוואת הכדאיות העסקית של מוצרים העשויים מרסק עץ או שבבי עץ, ממחטים או מעלים, מקליפת עץ, מגזעים (שאינם לניסור) ומבולי עץ לניסור. בסך הכול זוהו 35 קטגוריות של מוצרים שניתן **באופן תיאורטי** לייצר מדילולים ומטיפולים אחרים, המתבצעים ביערות הקק"ל. תריסר מתוך אלה כבר מיוצרים או נבחנים, ותריסר נושאים נוספים נחשבים כבעלי פוטנציאל מספיק להצדקת בחינה מעמיקה יותר. הרציונל להמשך בבדיקות מבוסס על הערכה של ארבעה שיקולים עסקיים יסודיים: סיכון טכנולוגי, ההשקעה הכספית הנחוצה, תחרות שוק ודרישות של אספקת חומרי גלם.

בין קטגוריות המוצרים והעסקים **שכבר קיימים או נבחנים** ניתן למצוא:

1. רסק עץ לשימושים חקלאיים לא מסחריים, כגון באזורים עירוניים ירוקים וכן גינון באזורי מגורים.
2. רסק עץ לחקלאות מסחרית, כגון במטעים או רפד לרפתות.
3. רסק עץ למתקני ביומסה תרמיים (דוגמת מפעל Veolia בגלעם).
4. גזעים להדגשה ולתמיכה של אלמנטים ארכיטקטוניים בסגנון טבעי.
5. גזעים המשמשים לעצי הסקה.
6. גזעים המוקצעים בשלמותם לייצור נסורת המשמשת כמצע לבעלי חיים.
7. גזעים בקוטר קטן מעצים צעירים (בעיקר אקליפטוס) לייצור סמוכות.

מקורות

- Bonneh, O. (2000). *Management of planted pine forests in Israel: Past, present and future*. Safat: Forest Department, Jewish National Fund: 14 p.
- Ginsberg, P. (2000). Afforestation in Israel – A source of social goods and services. *Journal of Forestry*. 98 (3): 5 p.
- Knaebe, M. (2012). *Utilization update, forest thinnings, new strategies, new markets*. Microsoft Power Point presentation. Available from Mark Knaebe, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI. July, 2012. 90 slides.
- Korin, U. (1987). *Comparison of the properties of local [Israeli] and imported softwoods*. Available from Kalil Adar, Israel: Jewish National Fund (JNF)-Keren Kayemeth LeIsrael (KKL): 2 p.
- Sebelius, A.J. & Peterson, R.K. (1993). *A glimpse at forestry in Israel*. Report of the USDA Forest Service team mission to Israel: 9 p.
- Weinstock, M. (2012). Email message from "Mickey" Weinstock, Triosh-Weinstock Ltd, to Kalil Adar, JNF-KKL, about wood and wood-based imports (Jun 21, 2012). Available from Kalil Adar, Israel: JNF-KKL.

בקיצור נמרץ

על עץ האיפאה (*Tabebuia Spp*) ביערות האמזונס

עץ האיפאה גדל ביערות האמזונס ויכול להגיע לגובה של 50 מ' ויותר, כמו כן הוא משמש בית גידול חשוב למינים רבים של בעלי חיים וביניהם קוף הסנאי המצוי בסכנת הכחדה. לעץ האיפאה עצה חזקה וצפופה, העמידה ביותר לשחיקה, ועל כן נחשבת לחומר גלם איכותי לבניית מדרכים חיפוניים (דקים). בשל איכותה הגבוהה של עצת האיפאה ונדירותו של המין, מחירו יקר, וכנפיות עברייני הכריתה הפועלות באזור האמזונס מעדיפות לחרות אותו. היקף הכריתה הבלתי חוקית ביערות האמזונס עולה, על פי הערכות שונות, הרבה מעבר למחצית מכלל הכריתה. על אף המאמצים של ממשלת ברזיל להילחם בתופעה, החוטבים הפירטיים מצאו דרכים "להלבין" את העץ הלא חוקי, ותופעת הכריתה הלא חוקית נמשכת בהיקפים מדהימים.

ישראל מייבאת מידי שנה כ-5,000 טון של עץ איפאה, והיא נמצאת במקום השני המפוקפק בצריכת עץ איפאה לנפש אחרי בלגיה. מן הראוי לחדול מצריכת עץ ומוצרי עץ שמקורם בכריתת יערות גשם ברחבי העולם ועץ האיפאה בראשם.

מתוך דוח אמזונס – 2014, גרינפיס



מתוצרי דילול היערות הנטועים במקום שימוש בעץ ובמוצרים מיובאים. כך למשל, ניתן להתחיל באופן מידי בייצור "שולחנות קק"ל" רק מעץ מקומי.

2. **פריקט עצי המורשת הלאומית:** הצעה זו כוללת שיתוף פעולה עם רשות העתיקות ורשות הטבע והגנים במטרה לזהות צרכים פוטנציאליים של שיקום אתרי מורשת לאומיים, או מיזמים לאומיים, הדורשים גזעי עצים מדילול ומכריתה ביערות הקק"ל.

3. **רסק עץ לחיפוי אזורי גינון מוניציפליים – ניתוח עלות-תועלת בסיסי, הערכת שוק ויצאה לקמפיין שיווקי:** יש לסכם ולעבד חישובים ראשוניים, תוך שימוש באומדנים שהתקבלו מעיריית כרמיאל לצורך פיתוח שוק מטרה.

4. **שוק רסק עץ לחיפוי קרקע בכמויות גדולות לחקלאות – ניתוח עלות-תועלת בסיסי, הערכת שוק ויצאה לקמפיין שיווקי:** הצעה זו דומה להצעה הנ"ל בנוגע לשטחים העירוניים הירוקים, בכך שכבר נעשה שימוש ברסק עץ ביישומים חקלאיים, אך חסר מידע על השאלה עד כמה הדבר מצליח והיכן זה נעשה, על התמחור ואיך לסמן את השווקים עם פוטנציאל ההצלחה הגבוה ביותר.

5. **שינוי הסטנדרטים להוצאת גזם מפעולות דילול לשם מניעת שרפות:** כיום, הסטנדרטים לניקוי חלקות היער מגזם, לאחר פעולות דילול, הם גבוהים מאוד ויש אפשרות להשאיר יותר גזם ביערות. חשוב להשאיר יותר חומר אורגני והמינרלים שבו, וניתן גם בכך להקטין את ההוצאות הכספיות. הפריקט המוצע יכול לכלול אזורי הדגמה, כדי להראות מהם התנאים המבוקשים, הכשרת אנשי שטח לשיפור הערכת כמויות חומרי הבעירה שניתן להשאיר לאחר טיפולים יערניים וניטור להערכת התוצאות ולהצעת שינויים.

6. **ייצור מוצרי עץ ועיצוב "מוצרים ממותגים" של הקק"ל:** כגון 'קופסאות כחולות' מעץ, שעוני קיר, מדליונים, שלטי דלת, ספסלים, נדנדות, ועוד.

7. **שימור וגיוס קבלנים:** ביצוע מפגשים, הדרכות והשתלמויות, שבהם יוצגו בפני הקבלנים אמצעים וכלי עבודה, שיטות עבודה, אמצעי בטיחות וכדומה. יצירת צוותי עבודה עם גורמים במשרד המסחר והתעשייה ועם לשכות מט"י אזוריות, כדי לסייע בהכנת תכניות עסקיות לרכישת ציוד ולפיתוח מנסרות על ידי קבלני הכריתה.

8. **עידוד מחקרים בתחום הטכנולוגיה של העץ והשקעות ציבוריות בענף העץ:** מחקרים ובדיקות אלה יכולים לכלול את אפיון שוק העץ להסקה בישראל, המשך בדיקות בתחום התאמת העץ המחטני המקומי לניסור, מחקר שוק בנוגע להקצעת גזעים שלמים ליצירת רפד עדין, ועוד.

הייעור הביטחוני בישראל בשנות ה-50: מעיונות צבאי-אזרחי לשיתוף פעולה

יורם פריד וגדעון ביגר

החוג לגיאוגרפיה וסביבת האדם, אוניברסיטת תל אביב

yoramfried1969@gmail.com

מבוא

פרי על שיתוף פעולה בין הדרג הצבאי לדרג המדיני במהלך שנות ה-90 של המאה ה-20, בכל הקשור לקבלת החלטות בתחום המדיני, כשותפות בין שני גורמים שווים.³ בין הנושאים שדרכם ניתן לבחון את מערכת היחסים בין הצבא לגופים האזרחיים קיימת סוגיית הייעור הביטחוני בישראל. נושא זה עדיין לא נחקר לעומק, פרט למחקרה החלוצי של נורית קליאוט.⁴ המחקר המובא בזאת בוחן את סוגיית הייעור הביטחוני בשנות ה-50 כנגזרת של מערכת היחסים שבין צה"ל לגופי הייעור האזרחיים וכתוצאה משילובם של אינטרסים צבאיים ואזרחיים שונים בפעולת הייעור. במחקר זה, המבוסס על מקורות ארכיוניים צבאיים ואזרחיים, תוצג התפתחות תפיסת הייעור הביטחוני ויישומה בפועל. כמו כן, עולה השאלה מדוע מערכת יחסים זו, שאופיינה בתחילתה בעיונות, הפכה לשיתוף פעולה לאחר פירוקה של חוליית הצמחיה הצבאית בשנת 1953. לדעת הכותבים, סיבות כלכליות וארגוניות הביאו את גופי הייעור האזרחיים, מרצונם, לשתף פעולה עם צה"ל בכל הקשור לנטיעה ולאחזקה של יערות הביטחון בארץ.

מילות מפתח: ייעור ביטחוני, שנות ה-50, יחסי צבא-חברה, צה"ל, קק"ל.

היערות כאלמנט צבאי לאורך ההיסטוריה

לאורך ההיסטוריה היו היערות נכסים/מכשולים אסטרטגיים וטקטיים חשובים בזמן לחימה. הימצאותם של יערות השפיעה

בחברות דמוקרטיות קיים תמיד מתח בין גופים, ארגונים ומוסדות שונים על שליטה במשאביה השונים של המדינה. משאבים אלה יכולים להיות כלכליים, אנושיים, חברתיים ואף משאבי יוקרה והשפעה (שבתורם משפיעים גם על היכולת להשיג משאבים כלכליים). גם במערכת היחסים שבין הצבא לחברה מקומו של מתח זה לא נפקד. צבא, בשל היותו מופקד על ביטחון המדינה, מעוניין לקבל לרשותו כמה שיותר ממשאבי החברה והמדינה על מנת שיוכל להתמודד טוב יותר עם האיומים שסביבו. היות שמדובר במשאבים מוגבלים, הרי שבסופו של דבר הקצאה של משאב לגורם אחד תגרום לכך שגורם אחר יפסיד אותו.

מחקרים רבים, שבחנו את מערכת היחסים שבין הצבא לחברה האזרחית במדינת ישראל, לאורך השנים, הצביעו על מתח תמידי בין שני הגופים הללו, על מורכבות היחסים בינם ועל הניסיון, בעיקר של הגורמים הצבאיים, להגביר את השפעתם על הסקטור האזרחי ולהשיג השפעה רבה יותר על משאבים ויכולות.¹

אולם, לא תמיד ולא בכל נושא קיימת תחרות בין הצבא לבין המוסדות האזרחיים. במקרים מסוימים, ישנם גם שיתופי פעולה, כאשר השאלה העולה היא מדוע דווקא בנושאים אלה קיים שיתוף פעולה. מחקרים שונים, כגון אלה של ברוך קימרלינג ואורי בן אליעזר טענו, ששיתוף פעולה זה נובע ממיליטריזם ומדומיננטיות צבאית, הכופה על המערכת האזרחית שיתוף פעולה על פי תנאיה.² לעומתם, הצביע יורם

3 המיליטריזם הישראלי 1936-1956 (תל אביב: דביר, 1995).
Yoram Peri, "The Political-Military Complex: The IDF's Influence Over Policy Towards the Palestinians Since 1987", *Israel Affairs*, Vol. 11, No. 2 (April 2005), pp. 324-344
בהקשר זה של שיתוף פעולה במערכת היחסים שבין צבא לחברה ראו: David E. Albright, "Comparative Conceptualization of Civil-Military Relations", *World Politics*, Vol. 32, No.2 (July 1980), pp. 553-576

4 נורית קליאוט, "ייעור למטרות ביטחון: היבטים גיאוגרפיים מרחביים", בתוך: יורם בר-גל, נורית קליאוט ואמציה פלד (עורכים), **מחקרים בארץ ישראל** (חיפה: אוניברסיטת חיפה, 2004), עמ' 205-219.

1 קיימים מחקרים רבים בתחום להלן מספר מייצגים: יהודה בן מאיר **קבלת החלטות בסוגיות הביטחון הלאומי: היבט ישראלי** (תל אביב, הקיבוץ המאוחד, 1987); עמירם אורן ורפי רגב **ארץ בחאקי: קרקע וביטחון בישראל** (ירושלים: כרמל, 2008); שי פלדמן "דברי מבוא" בתוך, רם ארו (עורך), **יחסי הדרג האזרחי והדרג הצבאי בישראל: קשרי גומלין ודרכי בקרה** (תל אביב, מרכז יפה למחקרים אסטרטגיים, נובמבר 2003), עמ' 13-16; אורן ברק וגבריאל שפר "הרשת הביטחונית בישראל והשפעתה - גישה תיאורטית ואנליטית חדשה" בתוך גבריאל שפר, אורן ברק ועמירם אורן (עורכים), **צבא שיש לו מדינה** (ירושלים, כרמל, 2008), עמ' 16-44.

2 ברוך קימרלינג "מיליטריזם בחברה הישראלית" **תיאוריה וביקורת**, מס' 4 (1993), עמ' 123; אורי בן אליעזר **דרך הכוונות: היווצרותו של**

יצירת מסתור לרכב ולאנשים; ייעור מחנות, מתקנים ומשלטים לשם הסוואה ונטיעת מכשולים לרכב ולאנשים.⁹ את תפקידיהם הטקטיים של היערות חלקו בצה"ל לשני סוגים – חוסמים והגנתיים.¹⁰

חוסמים

1. הצבת מכשול נגד טנקים, נגד רכבים ונגד אנשים.
2. שלילת קווי הגישה של האויב ויכולתו לתפוס את השטח.

הגנתיים

1. הכשלת מלחמת בזק של האויב.
2. הטיית האויב לאזורי הריגה.
3. הקמת עמדות תצפית.
4. הסוואה של עמדות הגנה ומניעת תצפית אויב מהאוויר.
5. חיפוי עבור אזורי היערכות וכינוס.
6. בהגנה המרחבית – סגירת רצועות גבול ארוכות, גידור יישובים ומחנות.

על מנת שניתן יהיה למלא תפקידים אלה חילקו בצה"ל את המשימות השונות בין שני סוגים של נטיעות: (1) יערות; (2) גדרות של צברים. העיקרון האסטרטגי, שהנחה את מחלקת התכנון בצה"ל, היה שיש לנטוע יערות בתור מכשולים טבעיים בקווי הגישה האפשריים של האויב, במקום שבו אין מכשולים כאלה. כמו כן, בחלק מאזורי ההגנה, היערות אמורים היו לפעול כחיפוי לאזורי היערכות הכוחות של צה"ל לשם הגנה ולשם התחלת התקפות הנגד. גדרות הצברים אמורים היו להיות מוצבים לשם הגנת הגבולות נגד מסתננים וכן, בשילוב עם אזורי היערות, ליצור מחסומים נגד חיל הרגלים של האויב.¹¹

הנחיות אלו לא נותרו במגרשה של מחלקת התכנון בלבד. לאורך שנות ה-50 ניתן לראות עשייה רבה של הגופים הרלוונטיים בצה"ל (מחלקת המבצעים, חיל ההנדסה, הפיקודים המרחביים, פיקוד הגדנ"ע, ועוד) שפעלו בצורה

על האופן שבו נערכו קרבות ומלחמות. היערות שימשו מכשול להתקדמות, במיוחד של חיל פרשים וארטילריה, וכן שימשו מחסה ומסתור, במיוחד לחילות רגליים ולכוחות לא סדירים. היערות השפיעו גם על הדרך שבה חברות תפסו את המלחמה, התכוננו לה וניהלו אותה.⁵

מחקרים שונים, שהתפרסמו במהלך ומיד לאחר מלחמת העולם הראשונה, תיארו את היערות כאחד מחמשת סוגי הגבולות הטבעיים, "הטובים", שיכולים לספק הגנה טובה (השאר הם נהרות, הרים, מדבר וביצות), בעוד שהגבולות האחרים, גבולות לא טבעיים, שסומנו באופן מלאכותי, הוגדרו כגבולות "רעים" מבחינה צבאית-הגנתית. היות שכך, נטען, כי ללא יערות הצבא הצרפתי, שהיה נחות מהצבא הגרמני, לא היה יכול לעצור את הכוחות הגרמניים ולמעשה יערות "הארדנים" שווים לכמה גייסות של לוחמים.⁶

היערות שימשו גם כמסתור לכוחות נחותים במאבק מול כוחות עדיפים. השבטים הגאליים והגרמניים השתמשו ביערות הצפופים של צפון אירופה על מנת להתחבא ולארום לצבאות הרומיים. בתקופה המודרנית, ניתן לראות זאת בדרך לחימתם של הפרטיזנים מול הגרמנים במלחמת העולם השנייה ושל הווייטנאמים במלחמתם באמריקנים בשנות ה-60 של המאה ה-20.⁷

תפיסת הייעור הביטחוני של צה"ל

גורמי התכנון והמבצעים בצה"ל ראו בנושא הייעור את אחד הנושאים החשובים, בכל הנוגע לתכנון מערכי ההגנה של צה"ל, בגלל אורכם של גבולות המדינה, החסרים כל מכשול טבעי וכן בשל הניסיון של מלחמת העצמאות, שהראה, כי גם הגנתם של הביצורים החזקים ביותר אינה מובטחת נוכח עוצמת האש המתגברת. בשל כך, היערות נתפסו כמכשול אשר כוחות האויב יימנעו, ברוב המקרים, מלעבור בהם.⁸

מבחינה אופרטיבית כלל המונח "ייעור ביטחוני" את האלמנטים הבאים: חורשות בצדי הדרכים ובמרחבים לשם

7 McNeill, pp. 400 על החשיבה הצבאית בנאט"ו בדבר לוחמת גרילה Steven L. Canby, "Territorial Defense in למשל: Central Europe", *Armed Forces and Society*, Vol. 7, No. 1 (Fall 1980), pp. 54-58

8 רב סרן יוסף ארטרכט, מפקד מחוז הגליל, "פרוטוקול ישיבת תכנון", 21 ינואר 1950, ארכיון צה"ל (א"צ), 11-293/952; רב סרן ארתור הוק, מ.מ. ראש הלשכה לתכנון אסטרטגי, אל ראש אג"מ, "הערכת ההגנה המרחבית באמצעות מכשולים טבעיים", 16 מאי 1950, א"צ, 321-48/1961. קליאוט, עמ' 207.

9 רב סרן יהודה אפלבוים, בשם ראש מחלקת מבצעים, "ייעור ביטחוני-תיקון", 31 מאי 1953, א"צ, 63-11/1955.

10 רב סרן יהודה שחורי, הענף לתכנון אסטרטגי, "השימוש במכשולים טבעיים בתפקיד טקטי", 8 ספטמבר 1950, א"צ, 94-108/1952.

11 רב סרן יהודה שחורי, אל ראש אג"מ/תכנון, "תכנון אסטרטגי של יערות", 10 יוני 1950, א"צ, 27-1166/1951.

5 John Robert McNeill, "Woods and Warfare in World History", *Environmental History*, Vol. 9, No. 3 (July 2004), p. 399

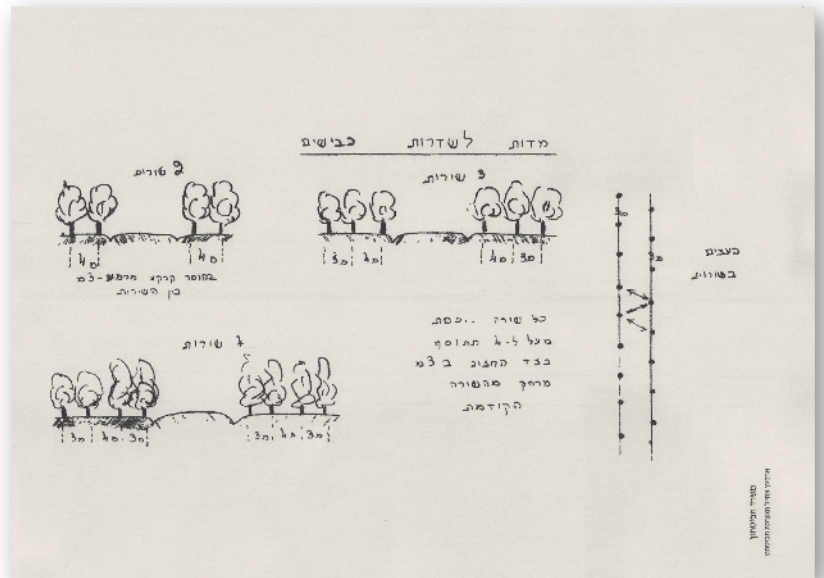
6 Hilaire Belloc, "The Geography of the War", *The Geographical Journal*, Vol. 45, No. 1 (January 1915), pp. 5-6; William H. Scheifley, "The Depleted Forests of France", *The North American Review*, Vol. 212 (September 1920), p. 378

נקודה מעניינת בסוגיה זו העלה Colin Gray ששאל האם יערות הארדנים, למשל, אכן מהווים מציאות גיאוגרפית פיסית בלתי עבירה או שלחלופין מדובר בתפיסה מיתית דמיונית הרואה ביערות אלו כבלתי עבירים לחילות משוריינים Colin S. Gray, "Inescapable לחילות משוריינים", *Journal of Strategic Studies*, Vol. 22, No. 2-3 (June/September 1994), p. 161. זאת כיוון שבמהלך מלחמת העולם השנייה הצליחו הגרמנים, פעמיים, להעביר כוחות רבים במהירות דרך מעבר צר ביערות הארדנים ולהפתיע את הצרפתים ולאחר מכן את האמריקנים.

אווירית ובמידה רבה מאוד גם לתצפית מהקרקע. דבר זה עלול להעמיד את כוחותינו הלוחמים בנגב במצב קשה, אף בתנאים של שוויון כוחות, לא כל שכן שהמצב יהיה קשה לאור עדיפותו האווירית של האויב". הפיתרון, לדעת חברי הוועדה, הוא נטיעת אקליפטוסים בקנה מידה גדול לאורך הכבישים ובחורשות לצד הדרך.¹² בכל הקשור לייעור הביטחוני הועלו בצה"ל, לאורך השנים, דרישות לנטיעת מכשולי צבר סביב יישובים ומתקנים צבאיים,¹³ נטיעות להסוואה במחנות ובמתקנים צבאיים,¹⁴ נטיעות לחסימת צירי תנועה,¹⁵ נטיעת חורשות ביטחון¹⁶ ונטיעות הסוואה לאורך כבישים.¹⁷ כך, למשל, דרש מפקד חטיבה 16 לטעת בתוככי העיר ירושלים שדרות עצים אשר תוך זמן של שנתיים עד שלוש יוכלו להוות מסך יעיל בקטעים הבאים:

1. קטע הכביש הראשי בין המרכז המסחרי דרך מלון המלך דוד, תחנת הרכבת ובית הדפוס הממשלתי.
2. לאורך רחוב שמואל הנביא לשם יצירת מסתור וגישה נוחה מבית ישראל לעבר סנהדריה.
3. קטע הכביש בין שכונת ארנונה לרמת רחל.¹⁸

במקביל, דאגו במחלקת מבצעים לעגן את כל הדרישות הנ"ל ב"נוהל נטיעות ביטחון" ולעדכןו מדי כמה שנים. זאת, כדי להסדיר את הפעילות בתחום בין גופי הצבא השונים ובין הצבא לגופים האזרחיים ששולבו בפעילות זו.¹⁹



איור 1. ייעור לאורך כבישים. המקור: ארכיון צה"ל 133-756/1961
Fig. 1: Plans for tree planting along roads

נמרצת, בתוך צה"ל ומול גופי הייעור האזרחיים, על מנת למצות את הפוטנציאל הביטחוני מהיערות בכל ההיבטים שהוזכרו לעיל. בהקשר זה, ניתן להביא דברים שכתבה "הוועדה לחקר בעיית 'הקרחת' בנגב המערבי והדרומי-מערבי", שהורכבה מנציגי מחלקת תכנון, מבצעים, חיל אוויר ופיקוד דרום. הוועדה הגדירה את הבעיה במילים הבאות: "מישורי הנגב המערבי והדרומי-מערבי, החסרים כל צמחייה והמיושבים בצורה דלילה, חשופים כמעט לגמרי לתצפית

16 רב סרן אפרים בלוק, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל מר חיים בלס, "חורשות ביטחון", 1 ספטמבר 1951, א"צ, 124-642/1956; רב סרן שמואל קרן-גיל, קצין הגנה מרחבית פיקוד הדרום, אל אג"מ/מבצעים, "מיקום חורשות", 20 מאי 1951, א"צ, 93-1534/1952; י. נחמני מקל"ל, אל מזכירות משק נאות מדברי, "חורשות ביטחון", 13 אוקטובר 1958, א"צ מ"מ KKL9/437; נוח אלכסנדרוני, מנהל מחלקת המיפוי והמדידות בקל"ל, אל טוביה אשבל, מחלקת הייעור אזור הגליליים, "חורשות ביטחון בחולה", א"צ מ"מ, שם.

17 רב סרן ר. קולבסר, ראש מדור הסוואה במפקדת קצין הנדסה ראשי, אל אג"מ/מבצעים/ענף התיישבות, "נטיעות עצים לאורך כבישים", 27 אוגוסט 1954, א"צ, 22-9/1956; נחמיה ארגוב, מזכירו הצבאי של ראש הממשלה, אל יוסף ויץ, מנהל קק"ל, ללא כותרת, 10 מרץ 1952, א"צ מ"מ KKL5\20658. באיגרת מעלה נחמיה ארגוב את דרישת מערכת הביטחון לנטיעת עצים לאורך הכבישים לצורך הסתרה כאשר הדרישה היא לעצים הגדלים מהר ולגובה רב.

18 רב סרן אריה לנגר, קצין אג"מ, בשם מפקד ההגנה המרחבית בפיקוד המרכז, אל אג"מ/מבצעים, "ייעור ביטחוני בתחומי העיר ירושלים", אוגוסט 1954, א"צ, 124-642/1956. ראו בהקשר זה גם רב סרן שמעון אמיתי, בשם מ.מ. ראש מחלקת תכנון, אל ענף התיישבות, "הסוואה - כביש שער הגיא-ירושלים", 1 יולי 1956, א"צ, 94-756/1961.

19 רב סרן עמוס קינמון, בשם ראש מחלקת מבצעים, "נוהל נטיעות ביטחון", 25 מרץ 1952, א"צ, 383-488/1955; אלוף משנה מאיר עמית, ראש מחלקת מבצעים, "נוהל נטיעות ביטחון", 20 מאי 1954, א"צ, 124-642/1956; אלוף משנה עוזי נרקיס, ראש מחלקת מבצעים, "נוהל נטיעות ביטחון", 15 ינואר 1956, א"צ, 29-756/1961.

12 "סיכום עבודת הוועדה לחקר בעיית 'הקרחת' בנגב המערבי והדרומי-מערבי", ללא תאריך, א"צ, 3218-488/1955; רב סרן יצחק ערן, יו"ר הוועדה לחקר 'הקרחת', "זיכרון דברים משיבת הוועדה בעניין חקר 'הקרחת'. ישיבה מס' 3 מ-21.12.50", 24 דצמבר 1950, א"צ, שם. ראו גם "פרטיכל משיבת מועצת הייעור שהתקיימה ביום 31.12.52", ארכיון ציוני מרכזי (א"צ מ"מ), KKL5\20658.

13 סגן אלוף עקיבא עצמון, קצין הייעור הביטחוני, "מכשולי מגן לשדות תעופה", 8 פברואר 1951, א"צ, 33-137/1953; רב סרן אפרים בלוק, בשם ראש מחלקת מבצעים, "נטיעות מכשולים", 26 ינואר 1955, א"צ, 110-637/1956; סרן נוח ולפובסקי, קצין ייעור מפקדת פיקוד הגדנ"ע, אל מטכ"ל/אג"מ/מבצעים, "נטיעות צבר במחנה 645", 14 פברואר 1955, א"צ, שם; סרן א. דרייזון, בשם ראש מחלקת מבצעים, "שתילת צברים כאמצעי לאבטחת מתקנים", 2 ספטמבר 1958, א"צ, 29-756/1961.

14 סרן ש, ארנסט, בשם קצין בינוי חיל אוויר, אל מטכ"ל/אג"מ/מבצעים/ביטחון מרחבי, "נטיעות הסוואה לשדה התעופה חצור", 8 אוקטובר 1954, א"צ, 124-642/1956; רב סרן א. סירקוס, מפקדת חולית הצמחים במפקדת הגדנ"ע, אל מטכ"ל/אג"מ/מבצעים, "גמר עבודות הנטיעה במחנה קסטינה", 2 יולי 1951, א"צ, 93-1534/1952; סרן אברהם טמיר, מ.מ. קצין אג"מ פיקוד המרכז, אל אג"מ/מבצעים, "שדרות הסוואה", 24 ספטמבר 1951, א"צ, שם; רב סרן מ. דרי, בשם קצין הנדסה ראשי, אל מטכ"ל/אג"מ/מבצעים, "תכנית לנטיעות", 31 דצמבר 1951, א"צ, שם.

15 נח פלד, מפקח יערות הקק"ל באזור התיכון, אל קצין הנדסה ראשי, ללא כותרת, 11 יוני 1951, א"צ, 93-1534/1952.

פעילותה של חוליית הצמחייה בצה"ל

החשיבות הרבה שראו בצה"ל לנושא הייעור הביטחוני הביא להקמתה של "חוליית צמחייה". חוליה זו הייתה כפופה, פיקודית, למפקדת הגדנ"ע, אולם כל פעולותיה היו תוך התייעצות ותיאום עם מפקדת קצין הנדסה ראשי ותחת פיקוח ואכזונה של מחלקת מבצעים באג"מ, כחלק מהפיקוח על עבודות הביצורים וההגנה.²⁰ מעבר לכוח האדם שעבד בחוליה, היא הפעילה גם מספר משתלות במקומות שונים בארץ, שסיפקו את השתילים לצורך פעולות הייעור הביטחוני,²¹ והוגדרו לה מספר משימות.²²

1. הכנת שתילים

- א. הכנת שתילים, בעיקר שתילי אקליפטוס, במשתלות השונות הכפופות לחוליה.
- ב. עזרה בחומר ובתקציב לכוח אדם לבתי הספר העממיים להכנת שתילי אקליפטוס עבור החוליה.

2. נטיעה

- א. ביצוע נטיעות ביטחון בכבישים ובעורקי תחבורה.
- ב. ביצוע נטיעות להעלמת מפעלים חיוניים והחזקתן.
- ג. נטיעת חגורת מגן ביישובי הספר.
- ד. הדרכה, הנהלה ופיקוח על נטיעות ביטחוניות המבוצעות על ידי הנח"ל.
- ה. ניסיונות בנטיעת צבר כמכשולי גבול.

3. עבודות בערבה

- א. הרחבת המשתלות הניסיוניות בערבה על מנת לספק שתילים לנטיעות בערבה.

ב. המשך נטיעות לאורך הדרך לאילת וסביב מחנות העבודה.

4. מחקר

א. המשך המחקר על הגנת עץ האקליפטוס מפני מזיקים ומחלות, בשיתוף עם המחלקות המתאימות בתחנה הניסיונית ברחובות.²³

בחינת המסמכים העוסקים בפעילותה של החוליה מעלה עשייה רבה בכל התחומים שהוגדרו לעיל. כך, למשל, ניתן לציין נטיעות הסוואה במחנות (קסטינה, חצור, ג'וליס, עמוס, פילון, שדה התעופה רמת דוד, ועוד); הקצאת שתילים לנטיעות ביישובי הספר; נטיעות הסוואה לאורך כבישים (למשל, כביש עקרון-חולדה), חורשות בגליל המערבי ועוד.²⁴ סוגיה מרכזית, שעמדה בבסיס פעילותה של החוליה, ובסופו של דבר גם הביאה לפירוקה, הייתה סוגיית תקציב הפעלתה. המקורות הכספיים של חוליית הצמחייה הגיעו מתקציב צה"ל, ממשרד העבודה ומתקציב משרד החקלאות.²⁵ לצורך פעולות הנטיעה עצמן הסתייעה חוליית הצמחייה בהקצאת ימי עבודה של משרד העבודה, בעיקר באזורים שבהם שררה אבטלה גבוהה (למשל, בית שאן, בית ליד וקסטינה).²⁶ אולם, בעיקר עשו בצה"ל שימוש בתלמידי בתי הספר, שהגיעו לימי נטיעות במסגרת פעילות הגדנ"ע.²⁷ פעולה נוספת, שבוצעה על מנת לשפר את היכולות הכספיות של החוליה, הייתה מכירת שתילים לגורמים אזרחיים. לשם כך, גידלו במשתלות הצבאיות, בנוסף לשתילים שנועדו לייעור הביטחוני, גם עצי פרי ועצי נוי, שמכירתם כיסתה חלק חשוב מהחזקת המשתלות.²⁸

²⁰ דוח נטיעות העלמה במתקנים צבאיים", 10 ספטמבר 1951, א"צ, שם; רב סרן אברהם טמיר, מ.מ. קצין אג"מ פיקוד המרכז, אל אג"מ/מבצעים, "שדרות הסוואה", 24 ספטמבר 1951, א"צ, שם; סגן אלוף א. ציטלין, "העלמת מחנות צבאיים", 30 נובמבר 1951, א"צ, שם; סגן אלוף חיים בן דוד, אל הרמטכ"ל, "סיכום עבודת חוליית הצמחייה", 6 מרץ 1952, א"צ, 32-540/1955; סגן אלוף שניאור פלג, בשם ראש מחלקת מבצעים, "נטיעות ביטחון", 3 מאי 1950, א"צ, 63-7/1956.

²¹ סגן אלוף עקיבא עצמון, מפקד הגדנ"ע, "הצעת תקציב לחוליית הצמחייה", 31 אוגוסט 1951, א"צ, 327-220/1970.

²² סגן אלוף עקיבא עצמון, אל ראש מחלקת מבצעים, "תעסוקה בעבודות ייעור", 28 מרץ 1951, א"צ, 33-137/1953; רב סרן א. סירוקס, מפקדת חוליית הצמחייה, אל אג"מ/מבצעים, "ניצול ימי עבודה של משרד העבודה", 30 מאי 1951, א"צ, 93-1534/1952.

²³ רב סרן א. סירוקס, "דוח נטיעות העלמה במתקנים צבאיים", 10 ספטמבר 1951, א"צ, 93-1534/1952; רב סרן א. סירוקס, "תוכניות נטיעה-מתקנים צבאיים", 5 אוקטובר 1951, א"צ, שם; סגן אלוף עקיבא עצמון, אל ראש מחלקת מבצעים, "הפעלת נוער בתי הספר העממיים בעבודות ייעור", 27 מאי 1951, א"צ, שם.

²⁴ אלוף משנה עקיבא עצמון, אל ראש הממשלה דוד בן גוריון, ללא כותרת, 7 מרץ 1952, ארכיון בן גוריון (אב"ג), חטיבת ההתכתבויות, 1.3.52-31.3.52; אלוף משנה עקיבא עצמון, אל מטכ"ל/אג"מ, "חוליית הצמחייה הצבאית", 24 יולי 1952, א"צ, 13-7/1954.

²⁰ רב סרן א. ארן, ראש מדור ניהול באג"מ, אל אג"מ/מבצעים, "יחידת הצמחייה", 31 יולי 1950, א"צ, 94-108/1952; סגן אלוף עקיבא עצמון, קצין ייעור ביטחוני ומפקד הגדנ"ע, אל ראש מחלקת מבצעים, "נוהל תכנון וביצוע הסוואת מתקנים צבאיים על ידי צמחייה", 6 פברואר 1951, א"צ, 93-1534/1952. ראו גם קליאוט, עמ' 209-210.

²¹ סרן א. אורן, בשם ראש המחלקה לתפקידי מטה באג"מ, "ארגון חוליית הצמחים", 9 ספטמבר 1951, א"צ, 13-7/1954.

²² סגן אלוף עקיבא עצמון, מפקד הגדנ"ע, "הצעת תקציב לחוליית הצמחים", 31 אוגוסט 1950, א"צ, 327-220/1970; סגן אלוף יובל נאמן, מ.מ. ראש מחלקת מבצעים, "חוליית הצמחים", 28 נובמבר 1950, א"צ, 94-108/1952; עקיבא עצמון, אל לשכת הרמטכ"ל, "תשובות לקראת פגישה עם עורכי העיתונים בעניין פעולות הייעור של הצבא", יוני 1952, א"צ, 3-68/1955.

²³ עוד על פעולות המחקר של חוליית הצמחייה ראו: רב סרן עקיבא עצמון, בשם קצין הנדסה ראשי, אל סגן הרמטכ"ל, "זיכרון דברים מפגישה של רב סרן עקיבא עצמון ראש מחלקת תכנון מ.ק.ה.ר, עם ד"ר פרלברגר, מנהל המחלקה להגנת הצומח במשרד החקלאות מ-1.50.26, 7 פברואר 1950, א"צ, 27-1166/1951. על ניסויי האקלום של האקליפטוסים בארץ ראו בהרבה אצל יוסף ויץ, **היער והייעור בישראל** (רמת גן, מסדה, 1970), עמ' 457-467.

²⁴ רב סרן א. סירוקס, מפקד חוליית הצמחייה, "גמר עבודות הנטיעה במחנה קסטינה", 2 יולי 1951, א"צ, 93-1534/1952; רב סרן א. סירוקס,

בתקציבים אזרחיים ובשימוש בתלמידי בתי הספר במסגרת פעילותם בגדנ"ע. ללא סיוע זה, לא יכול היה צה"ל לממש את תפיסת הייעור הביטחוני, למרות פעילותה של החוליה. אולם, מעבר לכך, בשנים אלו נתקל צה"ל גם בקשיים רבים מול גורמי הייעור האזרחיים בכל הקשור לנטיעה ולהחזקה של היערות הביטחוניים.

שני גופי הייעור המרכזיים, שהיו אחראים על פעולות הייעור במדינת ישראל בשנים אלו, היו מחלקת הייעור הממשלתית והקרן הקימת לישראל. מבחינתם של גופים אלה, בבואם לאשר תכניות ייעור, השיקול הביטחוני היה רק שיקול אחד משורה של שיקולים, כמו: צורכי החקלאות, ההתיישבות, הביטחון וניצול כלכלי של מוצרי היער. הן קק"ל והן מחלקת הייעור הממשלתית הקפידו לעדכן את צה"ל בתכניות הנטיעה והייעור, העבירו מפות, התייעצו ובמקרים מסוימים אף פעלו על פי בקשות והנחיות הצבא.²⁹

שמעון בן-שמש מקק"ל הגדיר את מערכת היחסים במילים אלה: "אנו מוצאים לנכון להתייעץ אתכם כדי להתאים את עבודות הייעור, הנעשית בעיקר מתוך צרכים חקלאיים-התיישבותיים, גם לצרכים ביטחוניים".³⁰ כלומר, גישת גופי הייעור האזרחיים הייתה, שתכנית הייעור הארצית תתבסס קודם כל על הצרכים האזרחיים ובמידת האפשר גם על הצרכים הביטחוניים ולהעמיד את הצבא בפני עובדה מוגמרת.³¹

גישה זו, של גופי הייעור האזרחיים, עמדה בסתירה גמורה לעמדת גורמי התכנון והייעור בצה"ל, כפי שהביע זאת עקיבא עצמון: "הצבא הוא שצריך לקבל אינפורמציה על תכניות הייעור האזרחיות של הממשלה וקק"ל ולהתאימן לצורכי הביטחון".³² דברים דומים העלה גם יהושע (איזיק) אשל, מי שהיה ראש לשכת ההתיישבות (שהפכה לימים לענף התיישבות באג"מ). אשל הפנה את תשומת הלב לשורה של מפעלים כלכליים, הנבנים במדינה ללא כל פיקוח של הצבא ולעתים, על פי תפיסתו, "בסתירה משוועת לענייני הביטחון".

כך, למשל, בתכנון הייעור הביטחוני לשנים 1952-1953 הגדיר אלוף משנה עקיבא עצמון, קצין הייעור הביטחוני, את המשימות הבאות: נטיעת 25 חורשות באזור הדרום, כל אחת על שטח של 60-100 דונמים לאורך כבישי הנגב הצפוני; המשך נטיעות העלמה במתקני הצבא בארץ; נטיעת מכשולי צבר בעובי של 50-100 מ' למניעת הסתננויות לתוך מתקנים צבאיים. אלוף משנה עצמון העריך את עלות העבודה בכ-500 אלף לירות, סכום שהצבא לא יכול היה לעמוד בו. לכן, הציע להשתמש בתלמידי בתי הספר ובגדנ"עים וכן בתקציב שיעמיד לרשותם משרד העבודה עבור ימי עבודה.²⁹

חוליית הצמחייה פורקה ב-1 ביולי 1953 בשל מצוקה תקציבית.³⁰ קדמו לפירוקה חודשים ארוכים של דיוני תקציב ואף הוקמה ועדה מיוחדת לשם כך.³¹ הוועדה הציעה לבצע שורה של פיטורים וכן סגירה של חלק מהמשתלות.³² אולם, פעולות אלו לא היו מספיקות ולבסוף הוחלט על פירוק החוליה, חיסול המשתלות והעברת הטיפול בנטיעות ובחורשות לקרן הקימת.³³

עד פירוקה של חוליית הצמחייה יכול היה צה"ל לבצע נטיעות ביטחון במקומות שאותם מצא כמתאימים על פי קריטריונים ביטחוניים ועל פי סדר עדיפויות צבאי, בלי צורך להתחשב או להיות תלוי בגורמי הייעור האזרחיים. חשוב להדגיש, כי בשנים אלו צה"ל נעזר רבות בגופים האזרחיים, שנטעו אף הם יערות ביטחון (על כך להלן), אולם לא היה תלוי בהם. פירוק החוליה הביא את צה"ל למצב, שבו הפך להיות תלוי לחלוטין בגופי הייעור האזרחיים בכל הקשור לפעולות הייעור הביטחוני.

קשיים מול גורמי הייעור האזרחיים

כפי שצוין לעיל, גם בשנים שבהן פעלה חוליית הצמחייה נעזר צה"ל בגופי הייעור האזרחיים. דבר זה בא לידי ביטוי

יובל מאירי, אל אג"מ/מבצעים, "נטיעות", 15 אפריל 1951, א"צ, שם; מ. צ'ליק, מחלקת העבודות הציבוריות, אל סרן דב שטרן, אג"מ/תכנון, "נטיעות עצים בצידי הכבישים", 18 יוני 1952, א"צ, 383-488/1955; סרן דב שטרן, ענף לתכנון ביטחוני, אל משרד החקלאות/מנהל מחלקת היערות, "ייעור", 6 מרץ 1952, א"צ, שם; "סיכום התקציב המתוקן לייעור הנגב בתשי"ב", 26 אוקטובר 1951, אצ"מ, A246/244. מסמך זה נוקב במספרים הבאים: סה"כ ייעור ב-57 מקומות, 20,045 דונם, 380,220 לירות.

35 שמעון בן שמש, אל הרמטכ"ל, "תכנית ייעור בנגב הצפוני", 3 ספטמבר 1950, א"צ, 14-61/1952 + 94-108/1952.

36 ראו למשל: רב סרן אריה לנגר, קצין אג"מ הגנה מרחבית של פיקוד המרכז, אל אג"מ מבצעים, "נטיעת עצים באזור המשולש", 20 דצמבר 1951, א"צ, 93-1534/1952; סרן עמוס קינמון, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל קצין הייעור הביטחוני/מפקדת הגדנ"ע, "ייעור באזור המשולש", 4 ינואר 1952, א"צ, 383-488/1952.

37 סגן אלוף עקיבא עצמון, מפקד הגדנ"ע, "מפת נטיעות שדרות", 20 אוקטובר 1950, א"צ, 94-108/1952.

29 אלוף משנה עקיבא עצמון, אל ראש מחלקת מבצעים, "ייעור ביטחוני בשנת 1952/53", 16 דצמבר 1951, א"צ, 93-1534/1952.

30 ב. גלילי, מנהל מחלקת תקציבים במשרד הביטחון, אל אג"מ/תקציבים, "תקציב 1952/53-ייעור ביטחוני", 28 אוגוסט 1952, א"צ, 13-7/1954; י. כהן, מנהל מחלקת הביצוע במשרד הביטחון, אל אג"מ/מבצעים, "תקציב ייעור ביטחוני", 25 נובמבר 1952, א"צ, 328-220/1970.

31 אלוף משנה חיים בן דוד, עוזר ראש אג"מ, "חסכון בתקציב נטיעות-מינוי ועדה", 25 נובמבר 1952, א"צ, 13-7/1954.

32 רב סרן עמוס קינמון, יו"ר הוועדה, אל לשכת סגן הרמטכ"ל, "חסכון בתקציב נטיעות-דוח הוועדה", אוקטובר 1952, א"צ, שם.

33 רב סרן שלמה גזית, ראש מדור ניהול באג"מ, אל לשכת הרמטכ"ל, "פירוק חוליית הצמחייה", 24 מרץ 1953, א"צ, 63-7/1956; סגן אלוף שניאור פלג, אל ראש מחלקת מבצעים, "נטיעות ביטחון", 3 מאי 1953, א"צ, שם.

34 סגן משנה יובל מאירי, קצין הסוואה במפקדת קצין הנדסה של פיקוד הצפון, אל מפקדת הגדנ"ע/חוליית הצמחייה, "נטיעות על ידי הקק"ל לפי הנחיות הצבא", 17 מרץ 1951, א"צ, 93-1534/1952; סגן משנה

של עצים (למשל, בכביש גדרה-מסמיה) ובמקומות מסוימים, המרחק שבו ניטעו העצים ממרכז הכביש היה גדול מהמרחק שנקבע בהנחיות הצבא (למשל, לאורך כביש ניר עם-סעד-באר שבע). מצב זה גרם לעקיבא עצמון לטעון, כי נטיעה כזו מעמידה בסימן שאלה את ערך עבודתם מבחינה ביטחונית,⁴³ ושלא רק שמחלקת הייעור הממשלתית אינה נענית לתביעות הצבא, אלא אף עושה פעולות על מנת להכעיס ושעמיהוד גור, ראש המחלקה, מעכב בכוונה את קצב הנטיעות.⁴⁴

דוגמה נוספת לחוסר היכולת של צה"ל לכפות את עמדתו על גופי הייעור האזרחיים ולהפעיל עליהם לחץ על מנת שייעדפו את הייעור הביטחוני ניתן לראות בתקופה שבה פורקה חוליית הצמחייה. ב-26 באפריל 1953 כתב אלוף משנה מאיר עמית, ראש מחלקת מבצעים באג"מ, ליוסף ויץ, מנהל קק"ל, את הדברים הבאים: "בהמשך לשיחתנו בעל פה הנני חוזר ומביע בפניך את הצעתנו להעביר את הטיפול בנטיעות הקיימות במחנות הצבא ובמקומות אחרים, הנתונים לטיפול הצבא, לידי קק"ל.⁴⁵ כלומר, העובדה שצה"ל נאלץ לפרק את חוליית הצמחייה ולא היה יכול להמשיך לטעת בעצמו, לא חיבה את הגופים האזרחיים לקבל משימה זו על עצמם באופן אוטומטי. לצבא לא הייתה שום דרך לכפות זאת על הגופים האזרחיים והוא נאלץ לסמוך על רצונם הטוב. מעניין לראות, בהקשר זה, את נוסח המכתב שכתב הרמטכ"ל, מרדכי מקלף, לאחר שקק"ל נתנה את הסכמתה לכך: "אני שמח שקרן קימת **נאותה לקבל** מצה"ל את הטיפול בייעור שנעשה על ידינו בשנים האחרונות... אני מקווה שהקרן הקימת לישראל **תמצא את האמצעים** הנחוצים לבצע תכניות נטיעה לפי צרכינו"⁴⁶ (ההדגשה של הכותבים).

מעיימות לשיתוף פעולה

פורקה של חוליית הצמחייה העמיד את צה"ל בפני עובדה, לפיה רק גופי הייעור האזרחיים יכלו להמשיך ולנטוע ולתחזק את יערות הביטחון. בניגוד לעיימותם שליוו את מערכת

אשל הוסיף וטען, שבפועל, הצבא הוא זה שצריך להתאים את עצמו לתכנונים האזרחיים ולא להיפך.³⁸

במקרה אחר העלה עקיבא עצמון את טענותיו כלפי הגופים האזרחיים בצורה חדה וברורה: "בכל מדינה נורמאלית היה תהליך נטיעת היערות ושדרות הביטחון מנוהל, לדעתי, לפי העקרונות הבאים: הצבא היה מביא את תביעותיו בפני משרד הביטחון, המביא את תביעות הביטחון בפני הממשלה, המחליטה על שלבי הביצוע. הממשלה מטילה את ביצוע התכניות המאושרות על מחלקת הייעור הממשלתית. אולם, במדינתנו, העניינים קצת שונים. למרבה 'השמחה' אין במדינתנו גוף אחד רשמי לייעור, אלא שניים (מחלקת הייעור הממשלתית וקרן קימת לישראל – הכותבים). אפשר היה להסיק, שמהירות ביצוע הייעור תהיה כפולה מאשר במדינות אחרות, אולם העובדות, כפי שהן קיימות עד היום, מוכיחות את ההיפך".³⁹

בשנים אלו, תחילת שנות ה-50, נוצרה, אם כן, מציאות שבה גופי הייעור האזרחיים בישראל לא חשו מחויבות להעדיף את דרישות הצבא בכל הקשור לפעולות הייעור. מציאות זו באה לידי ביטוי בקיצוץ חד-צדדי, ולפעמים גם ללא הודעה מוקדמת, של תקציבים המיועדים לייעור הביטחוני.⁴⁰ קיצוצים חד-צדדיים אלה של תקציב הייעור הכעיסו תמיד את הגורמים הרלוונטיים בצה"ל. באחד המקרים, דרש עקיבא עצמון מהרמטכ"ל לשלוח מכתב חריף לשר החקלאות ולתבוע, שבמסגרת התקציב הקיים יינטעו קודם כל נטיעות הביטחון ורק לאחר מכן, אם יישאר תקציב, יינטעו נטיעות חקלאיות.⁴¹ בפועל, מכתבו של סגן הרמטכ"ל לשר החקלאות היה מעודן יותר והשתמש במילים: "אבקשך לתת עדיפות לתכניות הייעור הביטחוני".⁴² נוסח המעיד, שוב, על חוסר היכולת של הצבא לכפות על הגופים האזרחיים את עמדותיו ורצונותיו.

היבט נוסף של מערכת יחסים זו ניתן לראות בעובדה, שגופי הייעור האזרחיים, לא פעם, התעלמו מהדרישות ומההנחיות של הצבא. דוגמה לכך היא בכל הקשור לנטיעות של עצים לאורך הכבישים. היו מקומות שבהם הייתה רק שורה אחת

אלוף עמנואל שחר, אל מר ציטרין, מהנד ראשי לכבישים במחלקת עבודות ציבוריות, "מרחק הנטיעה בכביש גדרה-מסמיה", 24 ינואר 1950, א"צ, שם; סגן א. סירקוס, קצין צמחייה ארצי, אל עקיבא עצמון, "דוח מנסיעתי לבאר שבע 2.2.50", א"צ, 6-1291/51; אלוף משנה עקיבא עצמון, אל מטכ"ל/אג"מ, "חוליית הצמחייה הצבאית", 24 ינואר 1952, א"צ, 13-7/1954.

44 עקיבא עצמון, בשם קצין הנדסה ראשי, אל הרמטכ"ל, "התעלמות משרד החקלאות מצורכי הביטחון בשטח הייעור", 7 פברואר 1950, א"צ, 27-1166/1951; עקיבא עצמון, אל הרמטכ"ל, "המשך התעלמות והפגיעה של המוסדות המייערים בתוכנית הייעור הצבאית", 16 פברואר 1950, א"צ, 6-1291/1951.

45 אלוף משנה מאיר עמית, ראש מחלקת מבצעים, אל יוסף ויץ, "העברת הטיפול בנטיעות הצבא לידי קק"ל", 26 אפריל 1953, א"צ, 63-7/1956.

46 רב אלוף מרדכי מקלף, אל יוסף ויץ, ללא כותרת, 9 יוני 1953, א"צ, שם.

38 סגן אלוף יהושע אשל, אל ראש אג"מ/מבצעים, "פיקוח על קיבוע ומיקום של אובייקטים כלכליים ויישובים חשובים", 2 ינואר 1950, א"צ, 130-756/1961.

39 אלוף משנה עקיבא עצמון, אל מטכ"ל/אג"מ. "חוליית הצמחייה הצבאית", 24 יולי 1952, א"צ, 13-7/1954.

40 עמיהוד גור, ראש מחלקת היערות, אל משרד הביטחון, ללא כותרת, 7 אוגוסט 1952, א"צ, 328-220/1970; אלוף משנה עקיבא עצמון, אל ראש הממשלה דוד בן גוריון, ללא כותרת, 7 מרץ 1952, אב"ג, חטיבת ההתכתבויות 31.3.52-1.3.52.

41 סגן אלוף עקיבא עצמון, אל הרמטכ"ל, "עבודות הייעור של משרד החקלאות", 11 דצמבר 1950, א"צ, 94-108/1952.

42 אלוף מרדכי מקלף, סגן הרמטכ"ל, אל שר החקלאות, "ייעור ביטחוני", 17 דצמבר 1950, א"צ, שם.

43 סגן אלוף עמנואל שחר, קצין הנדסה ראשי, אל קק"ל, "כביש צפוני מניר עם-סעד-באר שבע", 24 ינואר 1950, א"צ, 27-1166/1951; סגן

לבדוק את האפשרות להעברת האחריות על הייעור הביטחוני לגופים אלה. בהסכם שגובש התחייבו הגופים האזרחיים לבצע את כל נטיעות הביטחון ובתמורה קיבלו את הזכות לניצול היערות הביטחוניים מבחינה כלכלית.⁵¹ מאחר שהיה מדובר בעסק כלכלי-רווחי, חברות אזרחיות נוספות ביקשו לפעול מול צה"ל בנושא הייעור הביטחוני. כך, למשל, במהלך 1958, נחתמו הסכמים בין צה"ל לבין חברת "מטעי האומה", שבה החל לעבוד עקיבא עצמון לאחר שחרורו מצה"ל (להזכיר, כי הלה שירת כקצין הייעור המטכ"לי ומפקד הגדנ"ע, האחראי על משתלות צה"ל). לפי הסכמים אלה, חברת "מטעי האומה" תיטע יערות ביטחון בשטחים שבידי צה"ל ותהיה זכאית גם לנצל נטיעות אלו מבחינה כלכלית.⁵²

הסדרת הבעלות על הקרקעות לטובת הייעור הביטחוני

על מנת שגופי הייעור האזרחיים יוכלו ליהנות מהפירות הכלכליים של הייעור הביטחוני היה צורך להסדיר את סוגיית הבעלות על השטחים שבהם ניטעו יערות וחורשות הביטחון. ההסכם בין צה"ל לבין הגופים המייצגים העביר את האחריות לגופים אלה בכל הקשור לייעור הביטחוני בשטחים השייכים למערכת הביטחון וכן בשטחים שאינם בחזקת מערכת הביטחון, אולם אג"מ/מבצעים היה מעוניין ליערם.⁵³ כך, למשל, בהסכם שבין צה"ל לקק"ל נכתב: "נטיעות הביטחון תיחשבה לרכושו של קק"ל והצבא לא יוכל לעשות בהן שימוש, אלא בהסכם קק"ל".⁵⁴ בכל הקשור לקרקעות, שהיו בחזקת מערכת הביטחון, המצב היה פשוט יחסית, כיוון שעל קרקעות אלו יכול היה צה"ל לפעול כרצונו. לקראת סוף שנות ה-50 התעוררה בעיה משפטית. קרקעות אלו לא היו שייכות לצה"ל, אלא למשרד הביטחון, והאחרון לא ראה בעין יפה את ההסכמים שצה"ל

היחסים הזו בתחילת שנות ה-50, דווקא מנקודה זו ואילך החל שיתוף פעולה בין צה"ל לבין גופים אלה. השאלה הנשאלת, כמובן, היא מהם האינטרסים והשיקולים שהביאו את שני הצדדים להעדיף שיתוף פעולה. התשובה נעוצה בעובדה, שמחר מאוד הובן לשני הצדדים, כי שיתוף פעולה – ביניהם טומן בחובו יתרונות רבים עבורם וכי הוא למעשה – win-win situation.

מבחינת צה"ל, שיתוף פעולה זה היה מהלך ברור. לצה"ל לא הייתה כעת ברירה והוא נאלץ לסמוך על גופי הייעור האזרחיים. הנקודה המעניינת יותר היא – מדוע הגופים האזרחיים, ובעיקר קק"ל, העדיפו לשתף פעולה עם צה"ל ולהעמיד את עצמן לרשותו.⁴⁷ התשובה לכך, כפי שיפורט להלן, היא, ששיתוף פעולה זה בתחום הייעור הביטחוני טמן בחובו יתרונות כלכליים וארגוניים משמעותיים, שגופים אלה לא רצו להפסיד.

ניצול כלכלי של הייעור הביטחוני

בקרע הניתנת לייעור ביטחוני, מעבר לערכה הביטחוני, ניתן להשתמש גם לצרכים כלכליים, בעיקר מכריתה וממכירה של העצים. לעץ שימושים רבים בתעשייה ובמסחר וכן, אם מדובר בעצי פרי, גם ממכירה של פירות אלה.⁴⁸ לאורך השנים, קק"ל השתדלה לנצל את מוצרי היער על מנת לשפר את מצבה הכלכלי.⁴⁹ יוסף ויץ העריך, כי תפוקת העץ מכלל יערות קק"ל תהיה בשנת 1960 בין 12–15 אלף טון, שערכם 300–400 אלף לירות. עד 1965 העריך ויץ, שערך התפוקה יעלה למיליון לירות ושבעשר השנים הבאות (עד 1970) יגיע ל-13 מיליון לירות.⁵⁰

במהלך שנת 1953, עם ההחלטה על פירוק חוליית הצמחייה, החל דין ודברים עם המוסדות המייצגים כדי

מבצעים, "ייעור ביטחוני", 19 אוקטובר 1959, א"צ, 128-36/1967. היות ומדובר היה ביערות ביטחוניים ובחורשות בתוך מתקנים צבאיים דרש צה"ל לאשר את הגורמים שיקבלו רישיונות לבצע כריתה ועבודה ביערות אלו. אלוף משנה מאיר עמית, ראש מחלקת מבצעים, "נוהל נטיעות ביטחון", 20 מאי 1954, א"צ, 124-642/1956; רב סרן אפרים בלון, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל מנהל המחלקה לייעור ממשלתי, "כריתת חורשות-רישיונות", 23 אוקטובר 1955, א"צ, 133-756/1961; רב סרן אפרים בלון, אל מר רביצקי, מ.מ. מנהל האגף לייעור ממשלתי, "כריתת חורשות-נוהל מתן רישיונות", 27 נובמבר 1955, א"צ, שם.

52 יצחק קרין, מנכ"ל מחלקת המשק באגף הבינוי והמשק במשרד הביטחון, "סיכום ישיבה בקשר למסירת שטח מטווה עכו לייעור על חשבון חברת 'מטעי האומה'", 24 אוקטובר 1958, א"צ, 29-756/1961; בהמשך קיבלה חברת 'מטעי האומה' אחריות גם על חורשות במחנה חולדה, מחנה 21, מחנה 80, שטח במטווה ראשון לציון, שטח במטווה בה"ד 3. קלמן רוני, בשם מנהל מחלקת בינוי ומשק במשרד הביטחון, אל היועץ המשפטי למשרד הביטחון, "הסכם עם קק"ל לגבי ייעור בשטחי מערכת הביטחון", 12 נובמבר 1959, א"צ, 574-2230/1997.

53 יוסף ויץ, אל ר. אלוני, המחלקה לקרקעות במשרד החקלאות, "חורשות ביטחון", 14 פברואר 1955, א"צ, KKL5\22325.

54 "הסכם בין קק"ל לצה"ל", א"צ, KKL5\22325.

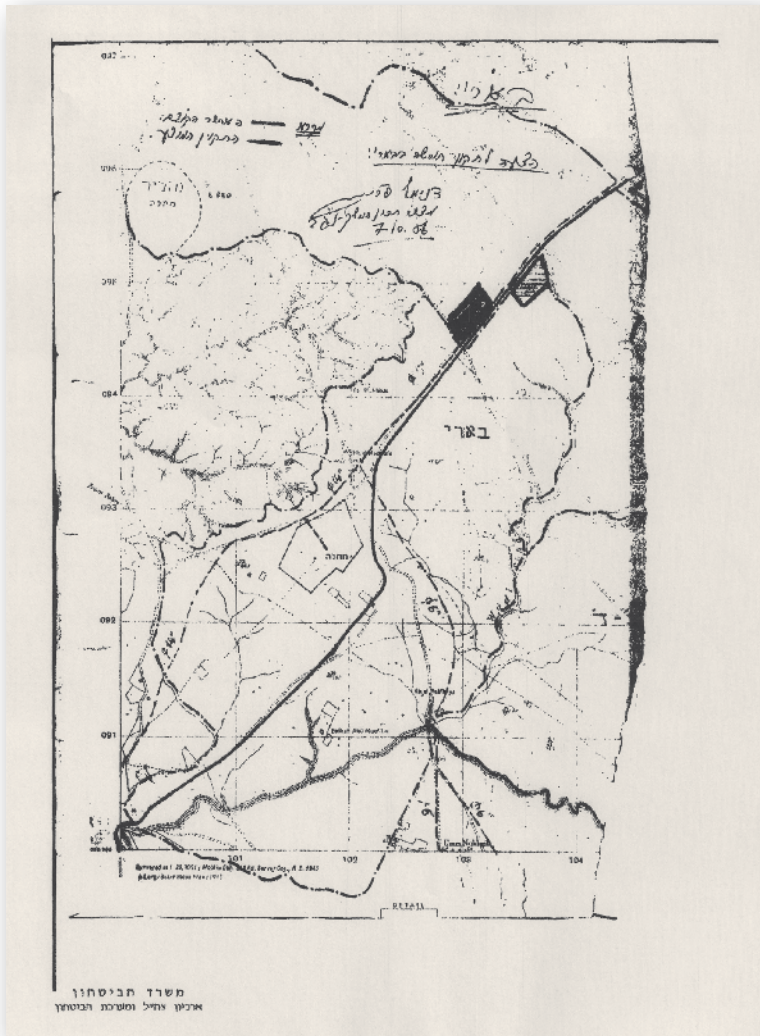
47 כך למשל פרטו בקק"ל את המקומות ומספר העצים של נטיעות הביטחון לשנת 1954 באזור הדרום והצפון. סה"כ נקבו במספר של 15 אתרים וסה"כ 221,800 עצים. "המקומות ומספר העצים של נטיעות הביטחון", ללא כותב, נמען או תאריך. נכתב במהלך 1954, א"צ, M, KKL5\22325. במקביל הציג צה"ל את דרישותיו: "10 חורשות ביטחון בדרום ו-5 חורשות ביטחון בצפון, כל אחת על שטח של 100-200 דונם, מדי שנה במשך 5 השנים הבאות". שרון ויץ, משרד המיפוי והייעור בקק"ל, אל אגף הקרקעות, "חורשות ביטחון", 11 פברואר 1955, א"צ, מ, שם.

48 ראו בהרחבה אצל ויץ, היער והייעור בישראל, עמ' 530-544.

49 א. פלביץ, משרד המיפוי והייעור בקק"ל, אל מחלקת הייעור, "חשבון ההכנסה מיערותינו במזומנים בחודש דצמבר 1952", 6 ינואר 1953, א"צ, M, KKL5\20658; שרון ויץ, אל מרדכי כהן, "רכישת עצים", 23 מרץ 1952, א"צ, מ, שם; שמעון בן שמש, אל חברת 'רסקו', "קניית עצים מיערות הקק"ל", 11 מרץ 1953, א"צ, מ, שם.

50 יוסף ויץ, אל לשכת שר החקלאות, "על הייעור בישראל", 17 אוקטובר 1960, א"צ, M, A.246\827. ראו גם, י. ענתבי ממנהל פיתוח הקרקע בקק"ל, אל יוסף ויץ, "הכנסות שונות ביעור", 29 אוקטובר 1968, א"צ, מ, שם.

51 סגן אלוף אהרון חרסינה, ראש ענף התיישבות, אל ראש מחלקת



איור 2. מפת ייעור ביטחוני באזור בארי. המקור: ארכיון צה"ל 94-756/1961
Fig. 2: A proposal to re-locate a security forest near Kibbutz Be'eri

כאשר הקרקעות היו בבעלות המדינה פעל צה"ל מול הגופים הממשלתיים הרלוונטיים בעניין. כך, למשל, הסכים מנהל המחלקה לקרקעות במשרד הפיתוח להחכיר קרקעות למשרד הביטחון לטובת נטיעת חורשות ביטחון.⁶¹ אפשרות נוספת,

ביטחוני", 24 אוגוסט 1959, אצ"מ, שם.
 58 מחלקת הייעור של קק"ל, אל סגן אלוף אהרון חרסינה, "חורשות ביטחון בתענכים", 13 דצמבר 1955, אצ"מ, 94-756/1961. ראו גם, שרון ויץ, אל אלוף אבידר, ראש אג"מ, "תזכיר על עבודות הקק"ל בחורשות הביטחון", 29 דצמבר 1954, אצ"מ, KKL5\22325.
 59 רב סרן אריה בלוך, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל קציני אג"מ הפיקודיים, "חורשות ביטחון", 30 אוקטובר 1955, אצ"מ, 71-644/1956.
 60 סגן אלוף אהרון חרסינה, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל משרד החקלאות/מנהל מחלקת הקרקעות - מר אלוני, "איתור שטחים המיועדים לייעור ביטחוני", אוקטובר 1955, אצ"מ, 133-756/1961.
 61 ר. אלוני, מנהל המחלקה לקרקעות, אל סגן אלוף חרסינה, "חורשות ביטחון", 8 נובמבר 1955, אצ"מ, 94-756/1961; במקרים אחרים הוגשה פנייה לאגף מקרקעי המדינה על מנת שיקצה את הקרקע המיועדת לייעור ביטחוני. יצחק קרין, מנהל מחלקת המשק במשרד הביטחון, "סיכום ישיבה בקשר למסירת שטח מטווח עכו לייעור על ידי חברת 'מטעי האומה'", 24 אוקטובר 1958, אצ"מ, 29-756/1961.

חתם עם הגופים האזרחיים בשטחים שבחזקתו. לאחר דין דברים בין משרד הביטחון, צה"ל וקק"ל הוחלט, במשרד הביטחון, שצה"ל יהיה הגורם המקצועי המכווין את הגורמים האזרחיים, אולם חוזה העבודה ייחתמו מול משרד הביטחון.⁵⁵ ההיבט המורכב יותר היה באותם שטחים שלא היו בחזקת משרד הביטחון או הגופים המייערים. גופים אלה היו מוכנים להרחיב את שטחי החורשות הקיימות ואף לטעת חורשות חדשות, בהתאם לדרישות צה"ל, רק אם צה"ל ישיג את הבעלות על שטחים אלה.⁵⁶ כלומר, אם צה"ל מעוניין בחורשות לצרכיו הביטחוניים, עליו להסדיר תחילה את סוגיית הבעלות על הקרקע כתנאי לתחילת עבודות הייעור (זאת, כמובן, גם כדי שהגופים האזרחיים יוכלו ליהנות מהפירות הכלכליים של הייעור הביטחוני ולא בעלי הקרקע).⁵⁷ כפי שטענו גורמים במחלקת הייעור של קק"ל: "בהזדמנות זו הנני להזכירך, שבפגישתנו האחרונה סוכם שעל קק"ל לקבל את השטחים לנטיעת חורשות הביטחון ללא כל ערעור וללא כל חיכוכים וסכסוכים עם בעלי הקרקע או אלו הטוענים לבעלות עליהם".⁵⁸

צה"ל לא יכול היה להשתלט על שטחים או להפקיעם כראות עיניו. בכל מקרה ומקרה נאלץ צה"ל לפנות אל בעלי הקרקע על מנת לדון איתם באפשרות של הסבת הקרקע לחורשה ביטחונית. בשל כך, היה ברור לגורמים הרלוונטיים בצה"ל, שיייתכנו קשיים בהשגת הקרקעות ואף ייתכנו שינויים בגודל החורשות או במיקומן, זאת בהתאם לתוצאות המשא ומתן בין צה"ל לבין בעלי הקרקע.⁵⁹ נקודה מעניינית היא, שבצה"ל העדיפו לא לחפש הסדר חוקי-משפטי לסוגיית הקרקעות המיועדות לחורשות ביטחון, אלא העדיפו להגיע להסדרים "מתקבלים על הדעת, שיאפשרו המשך ביצוע נטיעת חורשות הביטחון".⁶⁰ זאת, ככל הנראה, מתוך חשש שהסדרה חוקית תכבול את ידי צה"ל ותקשה עליו להשיג קרקעות אלו. בצה"ל פעלו בשיטות שונות ומגוונות על מנת להסדיר את סוגיית זכויות השימוש בקרקע לטובת חורשות הביטחון.

55 סגן אלוף אהרון חרסינה, אל ראש מחלקת מבצעים, "ייעור ביטחוני", 19 אוקטובר 1959, אצ"מ, 128-36/1967; אלוף משנה יצחק אלמוג, ראש אגף בינוי ומשק במשרד הביטחון, אל מ.מ. מנכ"ל משרד הביטחון, "הסכם עם קק"ל לייעור בשטחי מערכת הביטחון", 28 אוקטובר 1959, אצ"מ, 547-2230/1997; קלמן רונן, בשם ראש מחלקת בינוי ומשק במשרד הביטחון, אל מטכ"ל/אג"מ/מבצעים, "נוהל טיפול בנושא ייעור-הצעה", 22 ינואר 1960, אצ"מ, 128-36/1967.

56 סגן אלוף אהרון חרסינה, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל מנהל המחלקה לייעור, "סיכום פגישה", 28 אוקטובר 1955, אצ"מ, 94-756/1961.

57 טוביה אשבל, אגף הקרקעות ופיתוח בקק"ל, אל יעקב נעים, ענף התיישבות, "חורשות ביטחון בחולה. נטיעות תש"כ", 26 מאי 1959, אצ"מ, KKL9\437. במכתב זה טען טוביה אשבל כי "החורשות הבאות לא נטעו מפני שהקרקע לא פונתה והועמדה לרשותנו". ראו גם טוביה אשבל, אל נוח אלכסנדרובסקי, מחלקת המיפוי והמדירות, "ייעור ביטחוני 59/60", 19 אוגוסט 1959, אצ"מ, KKL9\437; מ. גרינברג, משרד הגליל של קק"ל, אל נוח אלכסנדרובסקי, "דרישות לייעור

מוחגה מחלקת הייעור הממשלתית בתוך מחלקת הייעור של קק"ל). במשך שנות ה-50 פעלה קק"ל לביסוס הדומיננטיות שלה בתחום הייעור וזאת תוך ניסיון לדחוק את מחלקת הייעור הממשלתית, מה שהביא ולעומתים בין שני הגופים. על פי חלוקת העבודה, שהוסכמה בין צה"ל, מחלקת הייעור הממשלתית וקק"ל, הייתה האחרונה אחראית בלעדית על אזור הנגב, כאשר מחלקת הייעור הממשלתית מטפלת בצפון הארץ ובמרכזה.⁶⁷ במהלך השנים עשתה קק"ל מאמצים רבים כדי למנוע מגורמים נוספים, בעיקר ממחלקת הייעור הממשלתית, לפעול בשטחי הנגב. כך, למשל, כאשר התברר ליוסף ויץ, שמחלקת הייעור הממשלתית מפעילה משתלה בנגב, הוא הגיב בחריפות רבה ובמכתב זועם וחרוף הוא האשים את עמיהוד גור, מנהל המחלקה, ב"פלישה בכוונה רעה".⁶⁸ קק"ל לא הסתפקה במאבק מול מחלקת הייעור הממשלתית, אלא פעלה למנוע דריסת רגל גם מגופים אזרחיים פרטיים. כך, כאשר בצה"ל תכננו לבצע פעולות ייעור ביטחוני באזור מחנה ואדי שורק, מיהר שרון ויץ לשלוח את חיים בלס לאזור על מנת למנוע מחברת "מטעי האומה" לזכות בעבודה.⁶⁹ הרצון של קק"ל לבלעדיות בתחום הייעור בכלל ובתחום הייעור הביטחוני בפרט נובע בעיקר מסיבות כלכליות. הדבר עולה במכתב שצוין לעיל, שאותו שלח יוסף ויץ לעמיהוד גור. במכתב זה הוא כתב: "פלישה לאזור שמוסד אחר, לאומי-ציבורי, המשמש את המדינה לא רק בפעולות ייעור, כי אם גם בהשגת אמצעים כספיים לפעולה זו מיהודי חוץ לארץ".⁷⁰

בקשה להשתמש בייעור הביטחוני לצורך גיוס תרומות בחו"ל
הצורך של קק"ל בגיוס תרומות בחו"ל עבור מפעל הייעור בארץ הביא להבנה, שניתן לנצל את הייעור הביטחוני לשם הגברת תחושת ההזדהות של יהודי התפוצות עם מפעל הייעור בארץ וכך להגביר את קצב התרומות לקק"ל. בקק"ל טענו, אם כן, שיש צורך למצוא, יחד עם צה"ל, דרך לבטא את שיתוף הפעולה בין צה"ל לקק"ל בעניין ההסברה של מפעל חורשות הביטחון. אחת הדרכים לבטא שיתוף פעולה זה היה סמל, שיימסר לתורמים, שבו ציור של חרב ועלה זית

שעמדה בפני צה"ל, הייתה לנסות ולהביא להכרזה על שטחים אלה כשמורות יער, כך שמחלקת הייעור הממשלתית תוכל לפתחם וליערם בהתאם לצורכי הביטחון.⁶² היו מקרים רבים, שבהם צה"ל תכנן לטעת חורשות ביטחון בשטחים שהיו מיועדים או מוקצים למטרות חקלאיות ביישובים השונים.⁶³ כאשר ניתן היה להזיז את החורשה על מנת שלא לפגוע בתכנון החקלאי, כפי שקרה, למשל, בחורשת "חלץ", הדבר אכן נעשה.⁶⁴ היו גם מקרים שבהם צה"ל נתקל בהתנגדות נחרצת של התושבים המקומיים לטעת חורשת ביטחון בשטחים חקלאיים שהוקצו להם, כפי שקרה, למשל, סביב חורשת הביטחון במגידו. לאחר שכל ניסיונותיו לשכנע את תושבי מגידו נכשלו ומכיוון ש"מבחינת ביטחון אין אפשרות לוותר על חורשה בסביבה זו", הוחלט בצה"ל לפעול על מנת להפקיע את השטח מידי היישוב, תוך הבטחה, שבמידת האפשר מדור תכנון המשק של הסוכנות היהודית יפצה את המשק עבור 100 הדונמים שנקלחו מהם. למרות זאת ולמרות שהשטח הופקע כחוק, המשיכו חברי מגידו להתנגד לפעולות הייעור הביטחוני ואף חיבלו בכלי עבודה של קק"ל שפעלו בשטח.⁶⁵ לסיכום נקודה זו ניתן להביא דברים שכתב שרון ויץ, המפקח על יערות קק"ל, המתארים את הדרך ואת תהליך העבודה בנושא הסדרת הקרקעות לייעור הביטחוני: "עיקובים רציניים בביצוע העבודה נגרמים על ידי אי-העברת שטחים לרשות הקק"ל על ידי קציני הקשר של הצבא. בכמה מקומות בצפון ובדרום שנקבעו כחורשות ביטחון לא קיבלנו עד היום את השטחים, ובכמה מקומות המשקים מתנגדים בכוח לביצוע הנטיעה. במקרים כאלה, אין קק"ל רשאית לפנות למשטרה או להתדיין עם המשקים ויש להצטער ששלטונות הצבא הסתפקו במסירה של שטחים ללא הפקעתם כחוק".⁶⁶

בלעדיות של קק"ל בתחום הייעור

עד אפריל 1960 פעלו בישראל שני גופים אזרחיים בולטים בתחום הייעור: קק"ל ומחלקת הייעור הממשלתית, כאשר מבין השניים קק"ל הייתה הגדולה והדומיננטית יותר (באפריל 1960

62 רב סרן אפרים בלוק, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל עמיהוד גור, מנהל מחלקת הייעור הממשלתית, "סיכום פגישה", 28 אפריל 1954, א"צ, 124-642/1954.

63 טוביה אשבל, אל משק 'מנרה', "חורשות ביטחון במלחה", 5 דצמבר 1958, א"צ, KKL9\437; טוביה אשבל אל מזכירות משק 'להבות הבשר', "שינויים בהחכרה תשי"ט", 23 נובמבר 1958, א"צ, מ, שם.

64 י. פרידברג, מדור תכנון המשק-נגב/הסוכנות היהודית, אל סגן אלוף חרסינה, "חורשת חלץ", 28 אוגוסט 1954, א"צ, 124-642/1954; רב סרן אפרים בלוק, בשם ראש מחלקת מבצעים, אל חיים בלס, "חורשות ביטחון", 1 ספטמבר 1954, א"צ, שם.

65 רב סרן אפרים בלוק, בשם ראש מחלקת מבצעים, "חורשת ביטחון במגידו", 17 פברואר 1955, א"צ, 133-756/1961; שרון ויץ, אל סגן אלוף חרסינה, "חורשת מגידו", 28 אוגוסט 1955, א"צ, שם. ראו גם, מ. גרינברג, קק"ל, אל נוח אלכסנדרובסקי, מחלקת המיפוי והמידות, KKL5\23971.

66 שרון ויץ, אל חיים בלס, "נטיעות סביב מחנה ואדי שורק" 2 נובמבר 1958, א"צ, KKL5\25635.

67 יוסף ויץ, אל עמיהוד גור, ללא כותרת, 24 מאי 1957, א"צ, KKL5\23971.

כבישים, דרכים ובסיסים⁷⁷. כלומר, הייעור הביטחוני הפך למפעל שבו לשני הצדדים יש אינטרס להמשיך ולהשקיע בו.

סיכום

סיומה של מלחמת העצמאות בהסכם "שביתת נשק" ולא בהסכם שלום הותירה תחושה והבנה בקרב צמרת הצבא, שמדינות ערב לא ישלימו עם תוצאות המלחמה ויחתרו לקיום "סיבוב נוסף" בקרוב. על מנת להגן על המדינה, נאלץ צה"ל לחפש דרכים כיצד להתמודד עם גבולות ארוכים, החסרים מכשולים טבעיים, המאפשרים לאויב קווי פריצה נוחים לשטח המדינה. היות שכך, היערות נתפסו כמכשול טבעי, שאותו ניתן לפתח גם בצורה מלאכותית ושיכול, בזמן מלחמה, לספק מענה לצורכי ההגנה של המדינה.

מערכת היחסים שבין צה"ל לגופי הייעור במדינה (קק"ל ומחלקת הייעור הממשלתית) התאפיינה, בשנים הראשונות להקמת המדינה, בעימות ובתחרות הנובעים מחוסר יכולתו של צה"ל לכפות על גופים אלו "משמעת צבאית" והירתמות מוחלטת לצורכי הצבא. מציאות זו באה לידי ביטוי בשנים אלו במקרים רבים של חוסר התחשבות של גופי הייעור האזרחיים בצרכי ובדרישותיו של צה"ל והעדפה של "סדר יום אזרחי".

פירוקה של חוליית הצמחייה בשנת 1953 הביא למצב חדש, שבו מחד גיסא, צה"ל הפך תלוי לחלוטין בגופי הייעור האזרחיים בכל הקשור לפעולות הייעור הביטחוני. מאידך גיסא, גופים אזרחיים אלה היו מחויבים לקחת משימה זו על עצמם. בסופו של דבר, לאחר משא ומתן, הסכימה קק"ל, מרצונה ומתוך התחשבות בשיקולים ובאינטרסים שלה, לקחת על עצמה את הטיפול בייעור הביטחוני ואף הגיעה להסכם עם צה"ל בנושא, הסכם המדבר על שיתוף פעולה בין שני הגופים. שיתוף פעולה זה, כאמור, לא נבע מכפייה, ממיליטריזם או מדומיננטיות צבאית על הגופים האזרחיים, אלא משילוב של אינטרסים ביטחוניים וכלכליים ומהבנה של כל הגורמים, שעל ידי שיתוף פעולה זה כל גורם יקבל את מה שהוא רוצה. הצבא יקבל יערות ביטחון, שישמשו אותו הן בזמן מלחמה והן לצורך התמודדות עם סוגיות הביטחון השוטף, והגופים האזרחיים יקבלו נכסים (קרקעות שהועברו לרשותם), כסף (שהתקבל ממכירת תוצרת היער) ומעמד (בקרב תורמים בחו"ל).

כביטוי לקשר שבין היערות לביטחון. על מנת לנסות ולשכנע את צה"ל לתמוך במהלך, הסבירו גורמים בקק"ל, שבנטיעת חורשות אלו מושקעים סכומים ניכרים וקק"ל צריכה לכסותם בעזרת איסוף כספים בארץ ובחו"ל⁷¹.

בצה"ל הסתייגו מהמהלך משום שהייעור הביטחוני, כמו כל מפעל ביטחוני אחר בשנים אלו, נתפס כ"סודי ביותר" וכדבר שאסור לדבר עליו בפומבי, לא כל שכן בצורה מפורטת ובפני גורמים שמחוץ למדינה. לכן, קק"ל פנתה והציעה למטה הכללי לקבוע קצין צנזורה אשר ייפגש עם מחלקת התעמולה והייעור שלה, כדי לתכנן את תוכן הפרסומים ואת הסימאות שבהם ישתמשו כחומר תעמולה בקרב יהודי התפוצות. קק"ל התחייבה גם, כי הפרסום לא יהיה כללי וגורף, אלא יופנה לאנשים מסוימים בלבד, שמהם היא מקווה לגייס תרומות עבור חורשות הביטחון. כמו כן, הסברה זו לא התבצע על ידי חוברות כתובות, אלא תהיה הסברה אישית⁷².

למרות הלחץ שקק"ל הפעילה על צה"ל, סרב תחילה האחרון לאשר לקק"ל לפרסם ברבים את מעורבותו בנטיעת יערות הביטחון ולהשתמש בנושא זה לתעמולה. בהמשך, הרמטכ"ל התרצה והסכים להעביר את הסוגיה להכרעתו של שר הביטחון⁷³. גם כאשר אישור זה ניתן וקק"ל התחילה לפרסם ברבים את מעורבותה בנושא הייעור הביטחוני, המשיכו בצה"ל להקפיד ולדרוש לא לפרסם פרטים טכניים לגבי מיקומם ואופיים של אותם יערות⁷⁴. כך, למשל, הציע צבי רותם, נציג קק"ל בשטוקהולם, להתרכז בנושא הייעור הביטחוני כסיסמה המרכזית שלהם על מנת "להחדיר בלב יהודי שוודיה, כי תפקידם עתה לאפשר את נטיעת יער הביטחון הזה". בקק"ל קיבלו רעיון זה בברכה, אולם ביקשו מנציגם בשטוקהולם: "לדחות את פרסום הפרטים על מקום היער עד להודעה חדשה". בהמשך, בעקבות סירובו של צה"ל לאשר שימוש ביערות ביטחון באזור חבל לכיש, אושר לקק"ל להשתמש בצילומים ובנתונים מפעולות ייעור באזור גבר-עם⁷⁵.

לסיכום נקודה זו ניתן לומר, שמבחינה ביטחונית-כלכלית שיתוף פעולה זה היה כה רווחי לשני הצדדים, כך שלקראת סוף שנות ה-50 הגיעו בצה"ל למצב, שבו היקף הייעור הביטחוני היה בקנה מידה של 60 אחוזים גדול יותר מצרכי של צה"ל⁷⁶. בסך הכול ניטעו מאמצע שנות ה-50 ועד סוף שנות ה-60 כ-2,000 דונם לערך של חורשות ביטחון לאורך

E. Marton, to Mrs. Anna Franks, Jewish National Funds, South Africa, "Security Forest", 1 September 1955, Ibid.

75 צבי רותם, אל הלשכה הראשית, ללא כותרת, 23 ינואר 1956, אצ"מ, KKL5\22520; י.ב. בריל, אל צבי רותם, "יער ביטחון", 4 מרץ 1956, אצ"מ, שם; צבי רותם, אל הלשכה הראשית, ללא כותרת, 16 מרץ 1956, אצ"מ, שם.

76 רב סרן יעקב נעים, בשם ראש מחלקת מבצעים, "דוח מסכם בפעולות הייעור הביטחוני מ-1949-1957 ועד בכלל", 1 אפריל 1958, אצ"מ, 28-756/1961.

77 קליאוט, עמ' 214.

71 ש. לוי, מקק"ל, אל סגן אלוף חריסנה, ללא כותרת, 4 ינואר 1955, אצ"מ, KKL5\20759.

72 שרון ויק, "תזכיר על עבודות הקק"ל בחורשות הביטחון", 29 דצמבר 1954, אצ"מ, 71-644/1956; ש. לוי, אל רב סרן אפרים בלוק, ללא כותרת, 13 ינואר 1955, אצ"מ, KKL5\20759.

73 רב סרן אלי זעירא, רל"ש הרמטכ"ל, אל מנהל משרד הביטחון, "תזכיר על עבודות קק"ל בחורשות הביטחון", 25 ינואר 1955, אצ"מ, 95-626/1957; שרון ויק, אל ד"ר לוי, "דיון עם הצבא בקשר לחורשות הביטחון", 28 ינואר 1955, אצ"מ, KKL5\20759.

74 ש. לוי, אל יוסף ויק, "חורשות ביטחון", 1 מרץ 1955, אצ"מ, KKL5\2079.

התאמת אורן שחור (*Pinus nigra*) לנטיעה בהר הגבוה בישראל

עמרי בונה^{1*}, ניר הר² ורועי הראל¹

¹ המדען הראשי, קרן קימת לישראל, אשתאול

² מחלקת יער, מרחב צפון, קרן קימת לישראל, פס הירק

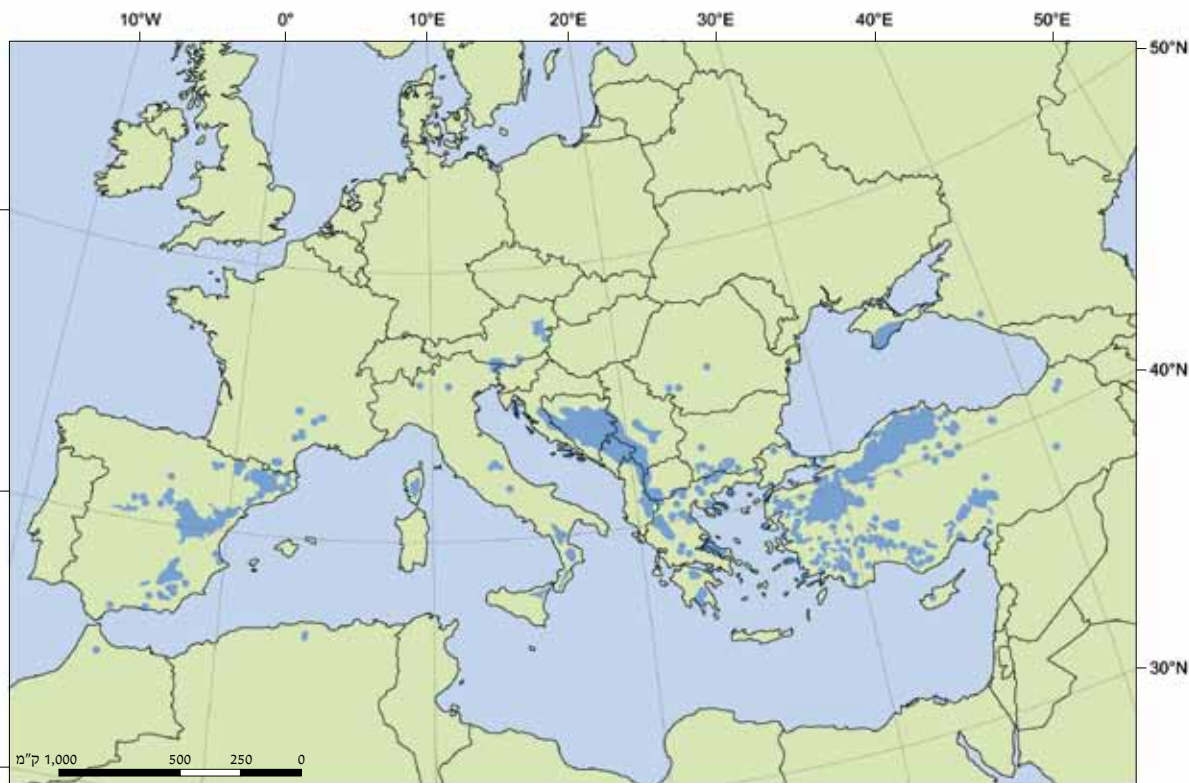
* omrib@kkl.org.il

מבוא

אירופה הוא גדל בבתי גידול המאופיינים בשלגים וטמפרטורות נמוכות (עד -30°C). אורן שחור גדל היטב במגוון קרקעות, לרבות קרקעות גירניות ויובשניות, תכונות שבגינן הוא ניטע כמין מאוכלס לקיבוע דיונות חול ולשיקום בתי גידול מופרים באנגליה. ענפיו וצמרתו חזקים ועמידים במיוחד לרוח ולמשא של שלג וקרח, ומסיבה זו הוא ניטע גם במזרח המישורים הגדולים בארה"ב כמשבר רוח ולצידי כבישים. הגובה המרבי של האורן השחור נע בין 30 ל-50 מ' וקוטרו המרבי נע בין 1.5 ל-2.0 מ'. למין זה ישנה עצה המתאימה לתעשיית העץ, והוא ניטע בשל כך בארצות רבות בעולם (מעבר לתפוצתו הטבעית), כגון ניו זילנד, בריטניה, צרפת, בלגיה, ארגנטינה וארצות הברית. (Eckenwalder, 2009; Lee, 1968; USDA, 2015).

אורן שחור (*Pinus nigra*) גדל באופן לא רציף מספרד ומרוקו במערב אגן הים התיכון ועד טורקיה במזרח, וממרוקו וקפריסין בדרום ועד לאוסטריה בצפון, אך עיקר תפוצתו היא במדינות דרום אירופה, חצי האי הבלקני וטורקיה (איור 1). בתחום התפוצה של המין במערב אגן הים התיכון, הוא גדל מעל החגורה של אורן ירושלים (*P. halepensis*) או אורן ימי (*P. maritima*), ואילו באזור הים-תיכוני בטורקיה הוא גדל מעל החגורה של אורן ברוטיה (*P. brutia*). באזורים אלה האורן השחור גדל עד לגובה טופוגרפי של 1,800 מ', ואילו באזור הים האדריאטי ומרכז אירופה הוא מופיע בגבהים נמוכים יותר של 250-400 מ'. באזור הים-תיכוני האורן השחור גדל בתנאי אקלים המאופיינים בקיץ חם ויבש וחורף קר ולח וכמות משקעים שנתית של 400-1,500 מ"מ, ואילו במרכז

מילות מפתח: אורן שחור, *Pinus nigra*



איור 1: התפוצה הטבעית של אורן שחור (מתוך: EUFORGEN, 2009, www.euforgen.org)



תמונה 1: עצי אורן שחור בגיל 21 שנים בחלקת האקלום ביער ברעם (צילום: עמרי בונה).

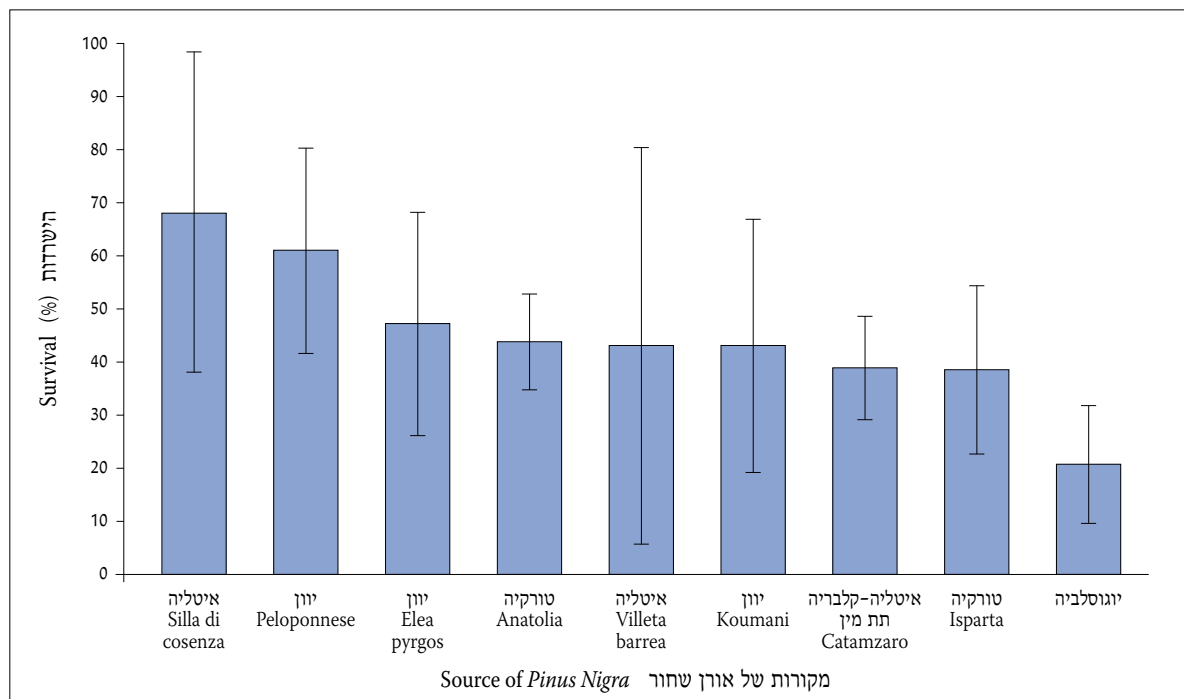
Picture 1: 21-year-old black pine trees in the Bar'am Forest experimental plot (Photo: Omri Bonne).h

בחינת התפתחות מקורות שונים של אורן שחור ביער ברעם

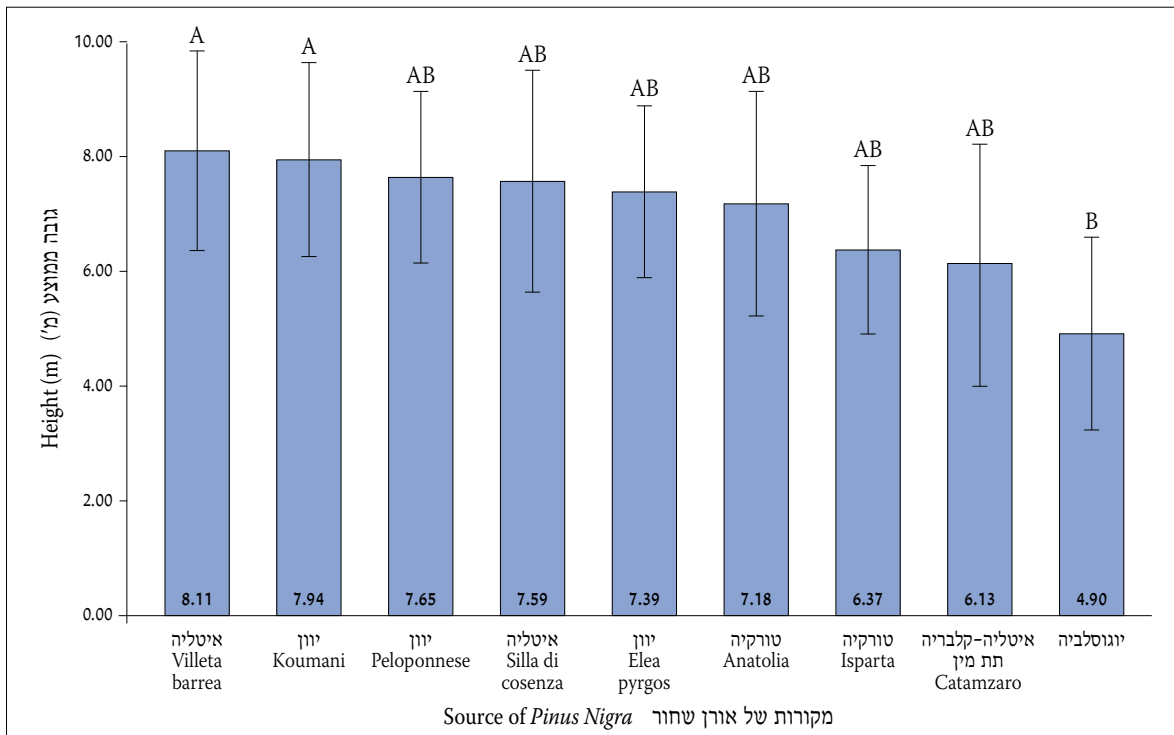
בשנת 1993 הוקמה ביער ברעם (חלקה 14, עומד 106) חלקת אקלום לבחינת ההישרדות וההתפתחות בגובה ובקוטר של אורן שחור מאיטליה, יוון, יוגוסלביה וטורקיה (תמונה 1). האתר שבו הוקמה החלקה ביער ברעם מצוי בגובה של 675 מ', וכמות המשקעים השנתית בו היא 750 מ"מ.

בחינת ההבדלים בשיעור ההישרדות, הגובה וקוטר הגזע של המקורות השונים של אורן שחור בחלקת האקלום ביער ברעם נעשתה באמצעות ניתוח שונות חד-כיווני (ANOVA). בבחינת שיעור ההישרדות של המקורות השונים של אורן שחור בחלקת האקלום ביער ברעם לא נמצאו הבדלים מובהקים בין המקורות השונים (איור 2). שיעור ההישרדות הגבוה ביותר התקבל באורן שחור מאיטליה (Silla di cosenza) (68%) ואילו אורן שחור מיוגוסלביה הראה את שיעור ההישרדות הנמוך ביותר (20.8%).

בבחינת ההבדלים בגובה העצים בין המקורות השונים נמצא, כי הגובה של אורן שחור מיוגוסלביה (4.9 מ'), היה נמוך באופן מובהק ($p \leq 0.05$) מזה של אורן שחור מאיטליה (Villeta barrea) (8.11 מ'), ומאורן שחור מיוון (Koumani) (7.94 מ') (איור 3). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שאר המקורות. ניתן לראות שאורן שחור מיוגוסלביה הראה את ההתפתחות הגרועה ביותר (קוטר וגובה נמוכים יותר מאלו של שאר המקורות).

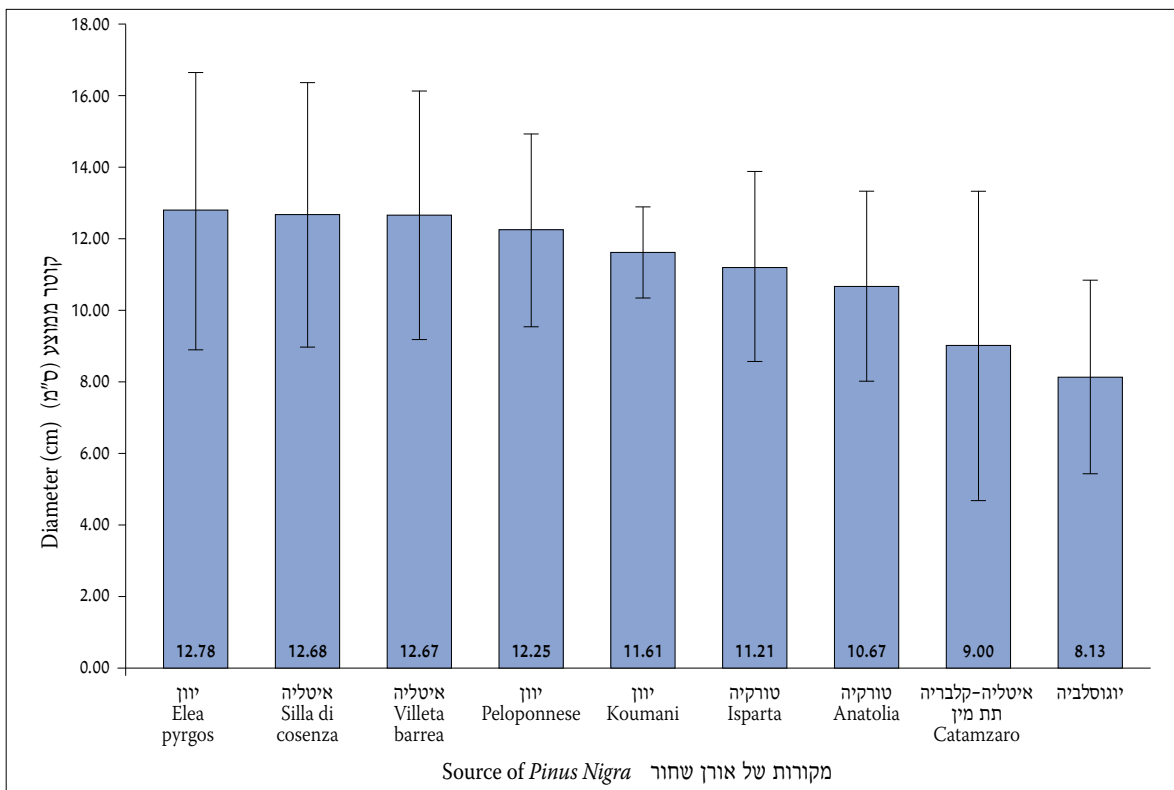


איור 2: שיעור ההישרדות של מקורות שונים של אורן שחור ביער ברעם בגיל 21 שנים (הקווים המאונכים מציינים $\pm SD$ של הממוצעים). **Fig. 2:** Survival rates of black pine from various seed sources and countries of origin, in the Bar'am Forest experimental plot. Error bars indicate $\pm SE$ of the mean.



איור 3: הגובה של המקורות השונים של אורן שחור ביער ברעם בגיל 21 שנים. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין המקורות השונים (הקווים האנכיים מציינים $\pm SD$ של הממוצעים).

Fig. 3: Height of black-pine trees from different countries of origin and seed sources in the Bar'am Forest experimental plot. Different letters indicate significant differences between seed sources ($P < 0.05$). Error bars indicate $\pm SE$ of the mean.



איור 4: הקוטר הממוצע של המקורות השונים של אורן שחור ביער ברעם בגיל 21 שנים (הקווים האנכיים מציינים $\pm SD$ של הממוצעים).

Fig. 4: Diameters of black-pine trees from different countries of origin and seed sources in the Bar'am Forest experimental plot. Error bars indicate $\pm SE$ of the mean.

הגדלים בקרקעות גירניות ואשר נפגעו מסופות שלג, בעוד אשר ארזים יכולים להחליף את אורן ירושלים בקרקעות דלות בגיר. מאחר שלא ניתן להצביע על יתרון מובהק של מי מהמקורות שנבחנו בחלקת האקלום בברעם, מומלץ לעשות שימוש בזרעים מעצים מצטיינים הגדלים ביער בירייה (תמונה 2) ובחלקת האקלום בברעם.

מקורות

Lee, C.H. (1968). Geographic variation in European Black Pine. *Silvae Genetica*, 17: 165-172.

Eckenwalder, J.E. (2009). Conifers of the world, the complete reference. *Timber press*, London.

מתוך אתר EUFORGEN, נדלה בינואר 2015
http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Pinus_nigra.pdf

מתוך אתר USDA- Forest Service, נדלה בינואר 2015
http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/Volume_1/pinus/nigra.htm

בבחינת ההבדלים בקוטר העצים בין המקורות השונים נמצא, כי לא קיימים הבדלים מובהקים במדד זה (איור 4). ניתן לראות, שסטיות התקן הינן גדולות יחסית כמעט בכל המקורות, דבר המעיד על שונות גבוהה יחסית בין העצים שנמדדו בכל מקור. על אף שלהוציא את המקור היוגוסלבי לא נמצאו הבדלים מובהקים בין המקורות השונים (דבר היכול לנבוע מהשונות הגבוהה שהוזכרה קודם לכן), יש לציין שהקוטר הגדול ביותר התקבל באורן שחור מיוון (Elea pyrgos) (12.78 ס"מ) ואילו הקוטר הקטן ביותר התקבל באורן שחור מיוגוסלביה (8.13 ס"מ).

סיכום

אורן שחור יכול להתפתח היטב בבתי גידול שבהם כמות המשקעים השנתית עולה על 400 מ"מ ובקרקעות גירניות. כמו כן, צמרתו וענפיו עמידים ביותר בפני שבירה תחת משא של שלג. בשל תכונות אלה ניתן לנטוע אורן שחור בישראל כחלופה לאורן ירושלים בעומדים בהרים הגבוהים,



תמונה 2: עצי אורן שחור בגיל 18 שנים (בקדמת התמונה) גדלים בקרקע רנדזינה בהירה-גירנית ביער בירייה (חלקה 10, עומד 104).
Picture 2: Eighteen-year-old black-pine tree (foreground) growing on chalky-gray rendzina soil in Biriya Forest.

שיחים שהם גם עצים

עמרי בונה

אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus*) גדלה בדרך כלל כשיח בחברת חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*) בבתי גידול יובשניים באזור הים-תיכוני בישראל. לעתים רחוקות, בעיקר בשטחים שבהם מתקיימת רעייה חזקה של עיזים ובקר, שיחים בודדים מעוצבים בהדרגה בהשפעת הרעייה, ומתפתחים לעצים לכל דבר ועניין (תמונה 1). ניתן לעצב עצים של אלת מסטיק גם בעזרת שימוש בצינורות פלסטיק וגיזום, באותה שיטה הנהוגה בנטיעת עצי חורש ביערות הקק"ל (תמונה 2 א ו-ב). גם אשחר ארץ ישראלי (*Rhamnus lycioides*) הגדל בדרך כלל כשיח סבוך וקוצני, יכול להתפתח לעתים בהשפעת רעייה חזקה לעץ נמוך (תמונה 3). הרדוף הנחלים (*oleander Nerium*) הוא שיח ענף הגדל בגדות נחלים, אך לעתים כתוצאה מגיזום ועיצוב גנני גם הוא יכול להתפתח לעץ (תמונה 4).



תמונה 2: אלת מסטיק נטועה בגיל 4 שנים ביער הגלבוה אשר עוצבה לעץ עם גזע אחד בעזרת שימוש בצינור פלסטיק וגיזום. תמונה א – עם צינור הפלסטיק; ב – לאחר הסרתו.

Picture 2: Four-year-old planted *Pistacia lentiscus* in the Gilboa Forest; it was shaped as a small single-trunk tree by using a plastic tube shelter and pruning. Picture A – with a plastic tube; B – after its removal.



תמונה 1: עץ אלת מסטיק באזור תמרת-בית זרזיר (נצ. 22027.73474) בגובה 7 מ' (תמונה א). גזע העץ בהיקף 100 ס"מ (תמונה ב).

Picture 1: *Pistacia lentiscus*, usually a shrub, can become a tree under heavy grazing. This tree is located in the Timrat-Beit Zarzir area, its height is 7 m (Picture A) and its trunk circumference is 100 cm (Picture B).

הארז באלוני הבשן

איתן סט, חבר קיבוץ גדות ומנהל רשות ניקוז כנרת לשעבר, פנה אלינו בבקשה מיוחדת, להציל עץ ארז שניטע לפני 40 שנה לזכרם של שמונה מחייליו, שנהרגו במלחמת יום הכיפורים מפגיעה ישירה של פגז מרגמה ב"זלדה" שבה נסעו. עץ הארז ניטע בפתח בקוטר של כ-40 ס"מ, שנפער בירכתי הדופן התחתית של הזלדה, כנראה כתוצאה מפגיעת הפגז. עם השנים גדל העץ והתעבה עד שמילא את כל היקף החור שבו ניטע והיה חשש שאם תהליך זה יימשך, העץ שנראה כיום במיטבו, עשוי להתנוון בהדרגה כתוצאה מחיגורו על ידי הפלדה. אפי נעים, היערן של רמת הגולן, הבטיח לנסות לשחרר את העץ מכלאו. אתר ההנצחה המיוחד הזה מצוי כ-50 מ' מערבית לכביש 98, כשני ק"מ צפונית לכניסה לקיבוץ אלוני הבשן (נ.צ. 773980.277980). גובה העץ 12 מ' וקוטרו 38 ס"מ.



עץ הארז נטוע בשרידי הנגמ"ש באתר ההנצחה באלוני הבשן. בתמונה למטה נראית התעבות גזע הארז במשך השנים מעבר לקוטר הפתח שבדופן התחתית של הזלדה.

A 41-year-old memorial cedar tree that was planted through a hole in the floor of an armored personnel carrier (M 113) that was destroyed by a rocket in the 1973 war. Eight soldiers were killed in this tragic event. Radial growth of the cedar trunk gradually entirely filled the hole, and the tree might be girdled (below).



תמונה 3: עץ של אשחר ארץ ישראלי בחרבת ממלח (נ.צ. 24200.75146). גובה העץ 3.5 מ' והיקף גזעו 45 ס"מ.

Picture 3: Heavy grazing formed a small single-trunk *Rhamnus lycioides* tree in the Mimlach ruin. The tree height is 3.5 m and its trunk circumference is 45 cm.

תמונה 4: עץ של הרדוף הנחלים בחצר כנסיית ההשתנות בפסגת הר תבור. גובה העץ 6 מ' והיקף גזעו 140 ס"מ.

Picture 4: *Nerium oleander*, usually a riparian area shrub, was shaped into a small tree by pruning, in the garden of the Transfiguration Church on Mt. Tabor. The tree height is 6 m and its circumference is 140 cm.



שימוש במיכלי מתכת לאגירת מים להשקיית עזר בנטיעה לחידוש יער בגלבו

ארז משה¹* ועמרי בונה²¹ יערן גוש הגלבו, אזור גליל תחתון, מרחב צפון, קרן קימת לישראל, פס הירק² המדען הראשי, קרן הקימת לישראל, אשתאול

* Erezm@kkl.org.il

גלבו, שהתפתח בתנאי בית גידול קשים ובצפיפות יתר, במיוחד בגיל הצעיר, הגיע לשלב שבו, בחלקות מסוימות, העצים נוטים על צידם ונופלים בהדרגה. בשנת 2014 חודשה לראשונה חלקת יער כזו של אורן ירושלים, בגיל 55 שנה ובשטח של כ-300 דונם. זאת, כחלק מתהליך הדרגתי לחידוש היער הוותיק בגלבו, שעשוי להימשך 30-50 שנים. במהלך כריתת העצים לשם חידוש היער הושארו, כבסיס לדור השני של היער, עצים בודדים וקבוצות של עצים מצטיינים של אורן ירושלים ועצי אורן ברוטיה. כמו כן, הושארו עצי חורש רחבי עלים מעטים, שהתפתחו באופן

רקע על חידוש יער הגלבו

מרבית שטחו של יער הגלבו ניטע בשנים 1949-1966, בעיקר באורן ירושלים, שהיווה כ-80% מהשתילים שניטעו, ובצפיפויות גבוהות של 200-350 שתילים לדונם. יער החלוץ



תמונה 1: מיכל מתכת של 40 קוב לאגירת מים להשקיית שתילים ביער הגלבו.

Picture 1: Forty-cubic-meter metal tankers supplying water for irrigation of seedlings in a regeneration plantation in the Gilboa Forest.

תמונה 2: מגוון שתילים מחטניים ורחבי עלים בסוף הקיץ הראשון לאחר הנטיעה.

Picture 2: Mixed regeneration plantation of vigorous seedlings of various coniferous and native broadleaf trees at the end of the summer, 9 months after planting. The seedlings received 75 L of water in each of five irrigation cycles during the summer. The amount of precipitation in the year of planting was only 200 mm, as compared with the annual average of 450 mm.



עזר לשם החשת הצימוח של שתילי החורש, כדי לאפשר פתיחה חוזרת ובהקדם של השטח לרעייה. על מנת להזיל את עלויות ההשקיה ביחס לשיטת ההשקיה המקובלת באמצעות מיכליות, התגבשה שיטה להשקיה ידנית של השתילים שניטעו, תוך שימוש בשני מיכלי מתכת בנפח של 40 קוב כל אחד, אשר הוצבו במעלה החלקה לחידוש (תמונה 1). המיכלים מולאו בשעות הלילה מקו מים, שהונח לאורך דרך הנוף בגלבו, להשקיית עדר הבקר. מהמיכלים נפרסו צינורות פלסטיק בקוטר של 50 מ"מ ועליהם, במרחקים קבועים, בוצעו חיבורים מהירים של 2", כדי להקל על ההשקיה בגרוויטציה של כל השטח באמצעות צינורות. עלות השקיה אחת בשיטה זו, בכמות של כ-75 ליטר לכל שתיל, לרבות חידוש הגומה ותיחוח שלה לאחר ההשקיה, היא 12 ש"ח, בהשוואה לעלות של 16 ש"ח לשתיל בהשקיה עם מיכלית. בחורף השחון של 14-2013, כמות המשקעים בגלבו הייתה 200 מ"מ בלבד (45% מהמוצע הרב-שנתי), דבר שחייב לבצע השקיית עזר אחת לחודש, ובסך הכול 5 השקיות במהלך הקיץ. העלות הנוספת של ההשקיות התקזזה במידה רבה על ידי הקטנת צפיפות הנטיעה, מ-110 ל-60 שתילים לדונם. ניתן ליעל ולהזיל עוד יותר את ההשקיה, באמצעות חיפוי הגומה ברוסס עץ, בשכבה בעובי של 10 ס"מ. למרות המשקעים המעטים, השקיות העזר גרמו להישרדות מלאה של השתילים ולהתפתחותם הרבה (תמונה 2).

טבעי בתת היער, במהלך הדור הראשון, כמו חרוב מצוי, אלה ארץ ישראלית ובר-זית בינוני. יצירת הדור השני של היער מתוכננת להתבצע באמצעות שילוב של התחדשות של אורן ירושלים מזריעה טבעית, בשטחים תלולים וסלעיים במיוחד, ונטיעה של מיני חורש רחבי עלים, המצויים בגלבו, ומינים מחטניים אחרים. בכל מקרה, אורן ירושלים ימשיך להיות מין מחטני עיקרי בגלבו, משום התאמתו הרבה לבתי הגידול הטרשיים והיובשניים המאפיינים את ההר.

השקיית עזר

השקיית עזר משמשת, לעתים קרובות, כאמצעי לשיפור ההישרדות וקצב ההתפתחות של השתילים בנטיעות הקק"ל. ההשקיה מתבצעת באמצעות מערכת טפטוף, אם מצוי מקור מים קרוב לשטח הנטיעה, וכאשר מעוניינים להחיש את קצב ההתפתחות של השתילים במשך מספר עונות, כמו במינים של עצי חורש ובוסתן או ארזים, שקצב גידולם איטי, וכן כאשר נוטעים שתילים בני 2-3 שנים במיכלים של 15-25 ליטר. בשטחים מרוחקים ממקור מים, ולצורך השקיית עזר, בעיקר בשנה הראשונה שלאחר הנטיעה, משתמשים במיכליות מים שמהן פורסים מערכת של צינורות להשקיה ידנית. חלקת היער שחודשה בגלבו מהווה חלק משטח המרעה של עדר הבקר של קצה וארוז כהנר. היה רצון ליישם השקיות

פקודת היערות 2014 – תיקוני חקיקה מודרניים על פלטפורמה מנדטורית

חגי שניר, מנהל אגף יער ואילנות ופקיד היערות הממשלתי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

שלעיתים מילאו את שטחי התכנון בכמויות ובאיכויות גבוהות, לא שיחק תפקיד משמעותי, בשל אי-הצגתם במפת המדידה ואי-התחשבות בהם בתהליך התכנון הראשוני. הנחיות ראשונות בדבר מדידה והתחשבות בעצים בוגרים, הנמצאים כבר בשטח ויכולים בעתיד להפוך למשאב לטובת הציבור, יצאו ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר כבר בשנת 2010, כאשר כל מוסדות התכנון חוייבו להתייעץ עם פקיד היערות בכל תכנית שבה קיימים עצים בוגרים. היעדר הוראות מעבר יצר מצב לא נכון מבחינה מקצועית, שכן תכניות רבות נעצרו בשלבים השונים לקידומן והמתינו בתור לקבלת חוות דעתו של פקיד היערות לעניין העצים הקיימים בהם. עם התפתחות החקיקה, עלתה גם המודעות בקרב הציבור לעצים הבוגרים, בעיקר בשטחים עירוניים צפופים. מודעות זו באה לידי ביטוי במעורבות רבה יותר בהחלטות לגבי עקירת עצים במרחבים עירוניים ובמאבקים ציבוריים סביב עצים עתיקים, שיועדו לכריתה בשל פרויקטים של בנייה ופיתוח.

לאחרונה, עבר בכנסת בקריאה שנייה ושלישית תיקון מספר 6 לפקודת היערות. התיקון, פרי החלטות קבינט הדיור, בא בעקבות שני תיקונים קודמים לפקודה (2008 ו-2012), שהפכו אותה לאחד החוקים הסביבתיים החשובים והחזקים בישראל. תחילת הדרך הייתה בשנת 2008, שבה הובן לראשונה, כי לעצים יש ערך סביבתי הניתן לכימות וכי שילובם של העצים הבוגרים בשלבי התכנון הראשוניים הכרחי למען שימורם. עד אותה תקופה, ההגנה על העצים הסתכמה בבקשות בודדות לרישיונות לכריתת עצים, בשלב שבו התכנית וההיתרים היו כבר בתוקף וכל מה שבדרך כלל נותר לפקיד היערות לעשות היה להנפיק רישיון לכריתת העצים ובכך "לברך" על הכריתה באופן רשמי ובחוסר ברירה. ההבנה כי תכנון נכון מתחשב בתנאי השטח הקיימים ומנסה לנצל את משאבי הסביבה לטובתו הייתה כבר ברורה למתכננים ולאדריכלים רבים, אולם נושא העצים הבוגרים,

מכל גורם בתהליך. כמו כן, האגף גיבש פטורים והקלות בסקר, במקרים שבהם אין צורך בייעוץ מקצועי והסקר המפורט אינו תואם את קנה המידה של התכנית הנדונה (כל ההנחיות באתר פקיד היעירות במשרד החקלאות).

במקביל למהלכי הרפורמה, קודם תיקון פקודת היעירות ביוזמה משותפת של משרד החקלאות ומינהל התכנון במשרד הפנים. התיקון מסדיר מספר נושאים טכניים בפקודה, אולם עיקר הבשורה הוא הרציונל להבחנה בין שטח בייעוד מאושר למגורים, שבו עץ בוגר יהיה עץ שקוטר גזעו עולה על 20 ס"מ, לבין שטחים בייעודים אחרים, שבהם יישמרו כל העצים הבוגרים, שקוטר גזעם מעל 10 ס"מ.

ההבחנה שנעשתה, על בסיס ייעוד הקרקע, דומה מאוד לחקיקה ברבות ממדינות מערב אירופה וארצות הברית, שבהן יש אבחנה ברורה בין עצים מוגנים בשטח הפרטי לבין עצים מוגנים בשטחים ציבוריים (בגודל העץ ובמינו).

פעולה משלימה לתיקון הפקודה יהיה אישור תקנות היעירות, המפרטות את הכללים והנהלים הסדורים למימושה. תיקון פקודת היעירות, יחד עם הרפורמה בחוק התכנון והבנייה והתקנות המתגבשות בימים אלה, באים לאחר 5 שנים, שבהן שודרג מעמד העצים ועלה על סדר היום, כפי שלא עלה אי-פעם מאז קום המדינה.

היום, ברור לכל, גם לאחר תיקון החוק וביטול חובת ההתייעצות עם פקיד היעירות בשלב התכנית, כי מוסדות התכנון והציבור מעוניינים בעצים הבוגרים כנכס לטובת הדורות הבאים. בעצם שימור חלק מהם בתכניות פיתוח חדשות נוכל אנחנו וילדינו לחיות בסביבה ירוקה וידידותית יותר, תוך ניצול מושכל של משאבי הטבע העומדים לרשותנו.

עם תחילת משבר הדיור וחקיקת התיקון לחוק התכנון והבנייה (תיקון 101) ברור היה לכל, כי נושא העצים הבוגרים ושילובם בתכנון יעבור גם הוא רפורמה, ואכן כך קרה.

גורמי התכנון במשרד הפנים, שראו בעצים את "אויבי התכנון והפיתוח", החליטו, כי ביטול החובה לקבל את חוות דעתו של פקיד היעירות בשלב התכנון הכרחי לקידום מהיר יותר של תכניות בנייה. במסגרת הרפורמה, בוטלה, אם כך, חובת ההתייעצות עם פקיד היעירות בשלב התכנון, למעט במקרים שייקבעו בתקנות. טיוטת תקנות המובאת לאישור בימים אלה לשר הפנים ולמועצה הארצית לתכנון ולבנייה מחריגה מהפטור ומחייבת מוסד תכנון להתייעץ עם פקיד היעירות בכל תכנית ששטחה עולה על 35 דונם והמכילה 50 עצים ומעלה. בכך, למעשה, הוטלה אחריות כבדה יותר על מוסדות התכנון, המחויבים על פי חוק לשקול את טובת העצים הבוגרים כאחד השיקולים הלגיטימיים לאישור תכניות וזאת מבלי להתייעץ באופן שוטף עם הגורם המקצועי היחיד, שיכול באמת להצביע על חשיבותם במרחב. עם אישור התקנות, יתחזק מעמד פקיד היעירות כאשר כל התכניות הגדולות והמשמעותיות יעברו תחת עינו של פקיד היעירות עוד בשלב התכנון המוקדם.

למרות התיקון, מיפוי העצים, סימונם והעלאת חשיבותם לדין מוקדם נותרו בגדר חובה חוקית בכל סוג של תכנית ובכל גודל ועל עורכי התכניות מוטלת חובה להציג בפני מוסדות התכנון את שילובם בתכנית. כל זאת כבר בשלב תנאי הסף לקליטתה.

במקביל למהלך, בשנה האחרונה פרסם אגף יער ואילנות הנחיות חדשות, המבהירות את הנדרש מבחינת סקר העצים

העתקת עץ אורן ירושלים מאתר המיועד להקמת מאגר סומך

אלי בנישו¹, מיכאל וינברגר², איתן רוזנברג³ ודני אלמליח³

¹ יערן גוש שגב, אזור גליל מערבי-כרמל, מרחב צפון, קרו קימת לישראל, פס הירק

² מנהל אזור גליל מערבי-כרמל, מרחב צפון, קרן קימת לישראל, פס הירק

³ אגרונום

* Elib@kkl.org.il

בשלב הראשון של פרויקט ההעתקה, בקיץ 2013, הותקנה מערכת השקיה בטפטוף סביב העץ והוא קיבל חיפוי ברסק עץ ודישון. בשלב הבא, בוצעו עבודות חפירה להכנת גוש השורשים הענקי, שהיה אמור לעבור יחד עם נוף העץ למקומו החדש, לאחר תקופת הסתגלות של מספר חודשים. קוטר הגוש היה 12 מ', גובהו 1 מ', ומשקלו כ-160 טון. לקראת הנטיעה, בוצע בנוף העץ גיזום קל, להורדת נפחו ומשקלו (לרבות הענפים התחתונים השמטים על הקרקע). באתר החדש הוכן בור בגודל מתאים והושמו

במתחם המיועד לפיתוח מאגר סומך, הנמצא בקרבת גבעת-טל בקריית אתא, גדלו עצי אלון תבור, אלות אטלנטיות עתיקות, עצי זית וכן עץ אורן ירושלים גדול ממדים. עצים גדולים אלה הוגדרו להעתקה, לשם שימורם בסמוך לבית גידולם המקורי. המיוחד בפרויקט זה היה, העתקתו לראשונה בארץ, ככל הידוע לנו, של עץ אורן ירושלים, שגובהו 14 מ', קוטר גזעו 67 ס"מ והיטל נופו 380 מ"ר. עץ בודד זה צמח בשוליים הדרום-מערביים של גבעת תל כשר, ועל פי קדח שהוצא מגזעו נקבע גילו ל-65 שנה.



עץ אורן ירושלים הענק מועמס על מעביר בדרכו לביתו החדש (צילום: איתן רוזנברג).
The large Aleppo pine tree is loaded onto a truck on its way to the new planting site (Photo: Eitan Rosenberg).

העצה שלהם בגלל הצמיחה המואצת, שהייתה צפויה בעקבות ההשקיה. מערכת טפטוף הותקנה למרגלות העץ להשקיית הגוש הגדול וסביבותיו, וממטרה הוצבה בראש העץ לשם הורדת עומסי החום, שבהם היה העץ נתון בימי הקיץ החמים. מאז העתקתו, קיבל העץ השקיה בטפטוף והמטרה, על פי תכנית קבועה ובקרה מרחוק.

כיום, העץ נראה כאילו תמיד צמח במיקומו החדש, והוא הצטרף לחורשה של אלונים ואלות שהועתקו אף הם במסגרת הפרויקט. העצים כולם מהווים עתה בסיס לאתר קולט קהל ומרחב לשיקום נופי של המאגר העתידי.

לתוכו קומפוסט, פטריות מיקוריזה ודשן איטי תמס. באתר המקורי נבנתה "רפסודה" לנשיאת העץ לאתר החדש על ידי החדרת צינורות מתכת בקוטר של 9-10 צול מתחת לגוש הענק, אשר גם ייצרו את ההפרדה בינו לבין תשתית הסלע שתחתיו. מבצע ההעתקה בוצע ביום 4.3.2014 והאורן הגדול והמרשים הזה הונף אחר כבוד, בעזרת שני מנופי ענק, ועבר למשכנו החדש.

לאחר ההעתקה, העץ חובר בכבלי מתכת לעוגנים למניעת התהפכותו. ענפים ראשיים חוברו אף הם בכבלים לגזע המרכזי למניעת שבירתם עקב עודף משקל והחשש להיחלשות חוזק



חדשות הצפרות



**"כנפי קק"ל",
רשת הצפרות
הארצית של קק"ל,
שואפת להפוך את
קרון קימת לישראל
לגוף מוביל בתחום
הצפרות בארץ**

אילו אתרי צפרות מרכזיים מפתחת הקק"ל בימים אלה? היכן ישנם אתרי צפרות חשובים בנגב ואיזה מחקרי צפרות קק"ל יזמה? כל זאת בכתבה שלפניכם

בימים אלה מגבשת הקק"ל תכנית-אב להקמתה של רשת אתרי צפרות ארצית - "כנפי קק"ל" - השואפת להפוך את קרון קימת לישראל לגוף מוביל בתחום הצפרות בישראל. במסגרת תכנית זו תפתח קק"ל אתרי צפרות ברחבי הארץ, תקיים באתרים אלה פעילות הדרכה וחינוך בנושאי צפרות ותקדם ניטור ומחקר בתחום הצפרות. לפניכם כמה מאתרי הצפרות המפותחים בימים אלה, וכמה מאתרי הצפרות שכבר עומדים לרשותו ולהנאתו של הציבור הרחב.

אגמון קק"ל-החולה הוא אתר הצפרות הגדול ביותר בישראל, והוא בעל שם בין-לאומי בתחום הצפרות. קק"ל יזמה את הקמת האתר משלב החזון ועד לפיתוחו והפעלתו במודל ייחודי וחדשני. בזמן הקרוב תחל הקק"ל בהקמתו של מרכז מבקרים חדש ומודרני באגמון. בתכנון מרכז המבקרים הושקעה מחשבה רבה, והוא צפוי לשדרג את חוויית הביקור באגמון עבור מאות האלפים המבילים בו מדי שנה.

במסגרת פרויקט "כנפי קק"ל", יחל בקרוב השלב העיקרי של פיתוח **פארק הצפרות בראש ציפור**, פארק צפרות עירוני בשטח של 30 דונם, הממוקם במפגש הנחלים איילון וירקון, אשר ממבט על יוצר צורה של ראש ציפור. כמו כן, קק"ל שותפה לפיתוח **פארק הצפרות בבריכות הדגים הישנות של קיבוץ עין החורש**, בצמוד לאפיק נחל אלכסנדר. זהו נדבך נוסף לפעילות ארוכת השנים של הקק"ל בשיקום ובטיפוח נחל אלכסנדר, בשיתוף המועצה האזורית ורשות הניקוז של עמק חפר. רק לאחרונה פיתחה הקק"ל את **מצפור "ויקר"**, השוכן על גדות מאגר המים של קיבוץ משמר השרון, על גדת נחל אלכסנדר, ממזרח לבריכות עין החורש. מאגר זה זוכה לביקורם של מאות שקנאים ושל קורמורנים גדולים. המצפור היפהפה, הנמצא סמוך לשבילי אופניים ולפארק קדם שהקימה קק"ל, זוכה בסופי שבוע לביקורים של ציבור גדול של רוכבי אופניים ומטיילים.

אתרי צפרות נוספים שהקק"ל מתעתדת לפתח יהיו ב"אגם ברוך" וב"משולש המעינות", המצויים במסדרון האקולוגי "מירדן לים", לאורך הנחלים קישון וחרוד, שגם בו הקק"ל פועלת מזה שנים רבות. לאורך ציר זה מצויים מאגרים ומקווי מים רבים, חורשות ובוסתנים שניטעו על ידי הקק"ל, ושדות חקלאיים המייצרים פסיפס של בתי גידול, המושכים מגוון גדול של מיני ציפורים. בהמשך לדרכי הנוף, שבילי האופניים ונטיעות בגדות הנחלים שביצעה הקק"ל באתרים אלה יפותחו גם מסתורים לצפייה בציפורים ותיישם תכנית להעצמת נושא הצפרות, שתכלול נוסף על תשתיות הצפרות פעילות הדרכה וטיבוע עם המבקרים.

פארק הצפרות בקיבוץ לוטן שבערבה הוא נקודה משמעותית נוספת לצפרים ולמיני ציפורים בדרום הארץ - מעין נווה מדבר. קק"ל פיתחה בעבר מסתור לצפייה בציפורים בקרבת הקיבוץ, ועתה היא שותפה עיקרית לפיתוח פארק צפרות, שיכלול גם גוף מים, בתוך הקיבוץ עצמו. בזכות העצים נושאי הפרי שבקיבוץ, שפע המים המתוקים והמזון הרב, ישמש המקום כאתר מנוחה לציפורים הנוודות בסתיו לאפריקה משטחי הקינון שלהן באירופה ובמערב אסיה, ולציפורים הנוודות באביב, בכיוון ההפוך - מאפריקה לאזורי הקינון שלהן. בפארק הציפורים בלוטן יכולות הציפורים לנוח, לאכול ולאגור כוחות, וחובבי הצפרות זוכים להתענג על המראות הנהדרים ולבחון מקרוב מינים רבים של ציפורים.

ומה חדש במחקרי הצפרות שהקק"ל מקדמת? בעבודת הדוקטורט שלו חקר גלעד פרידמן את **התחרות או הדו-קיום בין חוויאי הנחשים והעקב העיטי**, אשר טריטוריות הקינון שלהם מצויות ביערות הנטועים ובחורשים בשפלת יהודה. לירז כברה חקרה את **מושבות הקינון של השדמית אדומת הכנף**, שהיא דוגרת קרקע, באזור אגמון קק"ל-החולה, כדי לאפשר מזעור הפגיעה בקינון כתוצאה מהעיבוד החקלאי. אנו מקווים, שנוכל להציג סקירות של תוצאות מחקרים אלה בגיליונות הבאים של "יער".

מחקרי צפרות חדשים, שאך זה יצאו לדרך, עוסקים בנושאים הבאים: (1) בחינת אופי היער והטיפולים שבוצעו בו על מיני הציפורים ועל דרכים לעידוד מגוון מיני ציפורים באמצעות ממשק ייעודי. לאחר קבלת מסקנות המחקר קק"ל תיישמן ואף תמפה את הציפורים המגוונות ואת מספרן באמצעות הציבור, שייבקר ביערות השונים ויזמן לדווח על תצפיותיו; (2) לימוד דפוסי קבלת ההחלטות של העגורים בקשר לנתיבי, מועדי ויעדי הנדידה שלהם, מחקר המתבצע באגמון החולה, בשיתוף פעולה עם שירות הייעור האמריקני. במהלך המחקר נעשה שימוש במשדרים לווייניים המצמדדים לעגורים; (3) מחקר נוסף נועד לבדוק את חשיבות היער כבית גידול לעטלפי חרקים, המהווים נדבך חשוב מהמארג האקולוגי של ישראל.

רוצים המלצות לסיורים בדגש על צפרות? הציצו כאן מצד שמאל...

* תודה ללירון צ'רקה, הצפר הראשי של קק"ל, שסייע בהכנת הכתבה.

לכתבות נוספות סרקו ובקרו אותנו
ב-GLOBEBLOG מבית e ידוק



אחרי שעפנו עם הציפורים, אנו מנמיכים גובה ומזמינים אתכם לחזות בציפורים מגובה פני הקרקע. לשם כך, בחרנו עבורכם בדיוק את המסלולים והאתרים המתאימים. טיילו ותיהנו.

אנחנו אומרים כן לציפור

מצפור ויקר במאגר משמר השרון



להמשך קריאה סרקו

מצפור ויקר במאגר משמר השרון הוא אתר צפייה נהדר בעופות מים, שנבנה על ידי קק"ל כחלק מפעילותה בתחום הציפורות בישראל. נוסף על המראות המרהיבים תוכלו ליהנות גם מפיקניק נחמד בפארק קדם הסמוך.

צילום: יעקב שקולניק



ציפורים באגמון קק"ל-החולה



להמשך קריאה סרקו

לקראת האביב מתחילים העגורים לשוב אל אזורי הקינון שלהם ברוסיה, ובמהלכו מחליפים אותם מינים רבים של עופות מים וציפורי שיר החולפים דרך עמק החולה בדרכם צפונה לאירופה ולמערב אסיה, שם יעמידו דור חדש של צאצאים.

צילום: תומס קרומנקר



חיים במדבר בפארק ספיר



להמשך קריאה סרקו

פארק הציפורות שקק"ל מקימה בימים אלה בקיבוץ לוטן שבערבה הוא אחד מנאות המדבר המשמשים את הציפורים הנוודות באביב כתחנת תדלוק חיונית להמשך נדידתן. נוסף על כך בולט פארק ספיר שבערבה התיכונה בשפע המים והצמחייה העשירה, והוא מושך אליו ציפורי שיר רבות באביב.

צילום: רונן וטורי, ארכיון הצילומים קק"ל



פארק המעיינות



להמשך קריאה סרקו

האזורים החקלאיים הנרחבים ובריכות הדגים של עמק בית שאן הופכים אותו למוקד משיכה למינים רבים של עופות. נוסף על בריכות החמד של פארק המעיינות, ניתן ליהנות גם מצפייה בעופות הנמצאים בבריכות הדגים שבשטח הפארק. קראו את הכתבה המלאה לקבלת מידע מפורט ומעודכן על ציפורי העמק.

צילום: מלכה ברקאי, ארכיון הצילומים קק"ל



המדרשה הגלילית לפיתוח הסביבה ושימורה" בצפת כור היתוך לשילוב עובדים ובמה ליצירת דיאלוג

מתוך ראיון שקיים שמעון בן שמש, בתאריך 10.8.1992, בעת שכינה כראש המכון לחקר תולדות קק"ל, עם טוביה אשבל, מי שעמד בראש המדרשה הגלילית בצפת בשנים 1983-1990

ד"ר חיים צבן ושלמה אילן, יחד עם נציג המפקחים הבכיר שלנו, שהכיר את אנשי השדה ודאג להתאים את התכנית לצרכיהם. מתכונת זו הייתה דרושה כדי ליצור מכנה משותף רחב ככל האפשר ולא לפגוע באגו של החבריה מהשטח, שהיו כל הזמן מתוסכלים מההשתלבות של עובדים חדשים ומלומדים במערכת, עובדים שקיבלו מעמד בכיר יותר. לעתים קרובות שמענו אותם אומרים: "אנו נטענו ושמרנו על היער עשרות שנים, ואלה החדשים רק הגיעו וכבר יש להם דרגה ומכונות..." הקמתי ועדת היגוי עליונה, שכללה נציגים של השותפים:

ד"ר אביבה רבינוביץ, המדענית הראשית של רשות שמורות הטבע. אביבה הייתה מאוד ביקורתית ביחס לפעילות הנטיעה של קק"ל, שלדעתה בוצעה בגישה של פיתוח יתר; **מוחה וייץ**, "האויב" הכי גדול שלנו, מהנהלת אגף שימור הקרקע במשרד החקלאות. כאשר היינו מזכירים את שמו ליערנים, הם היו מגיבים בזעם, משום שהוא היה האישי, שתמיד התנגד לכל שטח קרקע שהוצע לייצור וטען, כי השטח דרוש למרעה, אפילו אם היו שטחי רזרבה רבים; **נציג רשות הגנים הלאומיים**, אשר לא היו כל כך "פנאטיים", כי נמנו יחד איתנו על קבוצת "המפתחים"; **נציג ציבור מבין אדריכלי הנוף**; החבר החמישי היה **נציג החברה להגנת הטבע**, הנמנית עם המחמירים ביותר, ובהשוואה לרשות שמורות הטבע, הם היו יותר "חרדיים", זאת אומרת, קיצוניים יותר. הם כבר היו בוויכוחים עם רשות שמורות הטבע ואז הרפו קצת מהלחץ עלינו; מיחידות הקק"ל היו **נציגים לאגף להכשרת קרקע**, למחלקת הנוער,

וכמובן המקום העיקרי היה **לאגף הייעור**, הצרכן הגדול. מאחר שקק"ל הייתה היוזמת והמפעילה, נקבע שלקק"ל יהיו כ-40 אחוז מהנציגים בוועדת ההיגוי. ועדת ההיגוי העליונה התכנסה אצל ראש מינהל פיתוח הקרקע, ד"ר חיים צבן, פעם או פעמיים בשנה. במפגשים אלה נקבעה תכנית עקרונית, שכל חודשיים תתקיים השתלמות של שניים עד שלושה ימים.

וכך, החל מ-1983 ועד 1990 התקיימו במסגרת המדרשה הגלילית 49 השתלמויות. המדרשה הפכה להיות מוסד מוכר ומבוקש. כמו כן, היא היוותה כור היתוך לשילוב עובדים ותיקים וחדשים ומה שלא פחות חשוב, היא שימשה במה לקירוב עמדות בין הגורמים "המפתחים" ו"המשמרים", גם אם בסוגיות מסוימות הוסכם שלא להסכים.

שמעון בן שמש: מדוע פעילות המדרשה הגלילית לא נמשכה? טוביה אשבל: אתה יודע, שברוב המקרים, דבר גדול ויפה, דבר מועיל, שהוקם, תלוי "באיש", וחיים צבן היה האישי. אני נזכר, שעם ייסודה של המדרשה, אמר לי צבן שחשוב "לעובדה ולשומרה". כנראה שחשש שהיא לא תאריך ימים לאחר עזיבתו את התפקיד. לדוד נחמיאס, מי שהחליף את צבן בראש מינהל פיתוח הקרקע, היו רעיונות אחרים בקשר לקידום ההשכלה בארגון והוא לא ראה במדרשה הגלילית את המכשיר המתאים לקידום השתלמויות. כנראה, שהוא גם לא החשיב את הבמה שתרמה לדיאלוג בין הארגונים.

שמעון בן שמש: הייתי מבקש לשמוע על המדרשה הגלילית, שהוקמה ופעלה בהנהלתך.

טוביה אשבל: בטרם אענה על שאלתך, אפתח בהקדמה קצרה. בנובמבר 83 הייתי אמור לפרוש מתפקידי כמנהל חבל ייעור צפון בקק"ל, לאחר 46 שנות עבודה. באותם זמנים נוהל מינהל פיתוח הקרקע על ידי ד"ר חיים צבן. כאשר הוא הגיע אלינו, פגשנו אדם עם הרבה ידע והשכלה, אך מעט ניסיון שדה. אני מדגיש זאת, מאחר שהוא בא בעקבותיו של מאיר שמיר, שהיה ביצועיסט, בעל כושר ניהול גבוה.

לעומתו, ד"ר חיים צבן, היה אדם היודע ספר, בעל השכלה אקדמית, והוא מיד יצא ועשה סקר וראה עם מי יש לו עסק. הוא הכיר את "דור המייסדים", שהלך והתמעט וכן את המפקחים והמדריכים, שעסקו בנטיעת יערות ובהכשרת הקרקע, בלי שהייתה להם השכלה אקדמית או מקצועית. רק אחדים מהם למדו בבית ספר תיכון חקלאי. במשך הזמן, הם השלימו את הידע שלהם בקורסים ובסדורים לימודיים.

מחוץ לדרג הבכיר, שמנה את קבוצת המנהלים, ילידי הארץ (יוסף וייץ, טוביה אשבל, חיים בלאס, נח פלד ונפתלי יפה, ע.ב.), היו כמה עשרות מדריכים ומפקחים שצמחו מתוך שכבת פועלי הייעור ואשר רכשו ניסיון מעשי רב בשדה, עליהם דברתי כבר בראיונות קודמים. ד"ר חיים צבן פגש את האנשים האלה, התרשם מניסיונם, אבל כאב את החסר ההשכלתי שלהם וחיפש דרך לקדם. צבן טען, שיש למצוא איזו שהיא מסגרת, בית אולפן מתאים, שיגביר גם לעובדי שטח אלה את הידע המקצועי, ויחד עם עבודתם בשדה, ישבו ליד שולחן הלימודים וישמעו דברים, וככל שילמדו, כך ייטב להם באופן אישי וכך ייטב למוסד.

חיים צבן בא אלי באלה הדברים: אתה אמור לפרוש בסוף שנת 1983, עמיתך פרשו ואינם: חיים בלאס איננו, נפתלי נהרג בתאונת דרכים, נח פלד בוגר ממך והוא כבר עזב, אתה האחרון שמחזיק ב"לפיד הראשוני" מבין "חבורת" המייסדים. אנחנו עכשיו בתקופה של עשייה גדולה בגליל, מקימים כ-40 או 50 מצפים. צפון הגליל היא ארץ קטנה, יש להצים וחילוקי דעות גדולים בין המוסדות "המפתחים" לבין המוסדות "המשמרים". היחסים הגיעו למשבר... כך אמר צבן והציע להקים פורום, שבו ישבו תחת קורת גג אחת כל המוסדות הפועלים "בשטחים הפתוחים", מעין "מדרשה" או מכללה זוטא, שתעביר קורסים והשתלמויות, ותהווה מסגרת, שבה המשתלמים מהארגונים השונים ישבו יחד, ילמדו ויפתחו דיאלוג. כוונת צבן הייתה, ש-30 עד 40 אחוז מתוך המשתתפים יהיו המדריכים והמפקחים הוותיקים, שלא למדו די לרכישת השכלה, ולצידם ויחד איתם גם החבריה החדשים, שבאו לקק"ל מהאקדמיה.

רעיון ייחודי ויוצא מגדר הרגיל זה מצא חן בעיניי והכרתי בחשיבותו. לכן קיבלתי על עצמי להקים את המסגרת הזו ולרכזה. את התכנית הרעיונית והמקצועית הכינו פרופסור עמנואל נוי-מאיר,

the effects of this change in land use on soil structure and hydraulic conductivity were much less studied. The objectives of the present study were: (1) to investigate the effects of these land-use changes on soil structure and saturated hydraulic conductivity (K_s) under various climatic conditions in the south of Israel; and (2) to study the mechanisms responsible for these effects. Samples of disturbed soil were taken from within a forest and from virgin land adjacent to the forest in three different regions: (1) Be'er Sheva Forest (referred to as the Be'er Sheva Region); (2) Yatir Forest (referred to as the Yatir Region); and Malachim Forest (referred to as the Malachim Region). The long-term average annual rainfall in these regions is 170, 283, and 360 mm, respectively. Organic matter contents, electrical conductivity (EC) and Na adsorption ratio (SAR) values (Table 1), stability of aggregates against slaking, swelling and dispersion forces, and K_s were measured in the various soil samples. In some regions the changes in land use from virgin land to forest increased the aggregate stability, i.e. decreased slaking and dispersion levels (Fig. 3; Table 2, respectively) of the soil samples, and, consequently, decreased their K_s values (Fig. 1). These effects were influenced by the climatic conditions, especially the long-term average annual rainfall. In the Be'er Sheva and Yatir regions, with average annual rainfall of 190 and 283 mm, respectively, the change of land use increased the organic matter content in the forest soil to 1.4 and 3.1%, respectively (Fig. 4) and, consequently, enhanced the K_s values of these soils (Fig. 1). In contrast, in the Malachim region, with average annual rainfall of 360 mm, the organic matter content of 5.5% in the virgin soil was probably high enough to prevent intensive breakdown of the soil structure, similarly to the condition in the forest soil with 8.1% organic matter content. As a result, the K_s values of the virgin and forest soils in the Malachim region were similar (Fig. 1).

Utilization of Logs and Residue from Plantation Management Activities in Israel

Larry Swan, USDA Forest Service, State & Private Forestry (S&PF) and Mark Knaebe, USDA Forest Service, S&PF Technology Marketing Unit, Forest Products Laboratory
July, 2012

Edited by: Adar Kalil and Bonneh Omri
KalilA@kkl.org.il

This report documents the results of a USDA Forest Service technical assistance mission to Israel in July 2012, whose purpose was to investigate and offer suggestions regarding: improvement of utilization of forest thinning; retention of forest industry processing capacity; and reduction of costs of forest management activities in Keren Kayemeth LeIsrael-Jewish National Fund (KKL-JNF) plantations.

The primary log or round wood processing system in Israel appears to comprise use of a chainsaw to delimit and buck logs, and of firewood splitters. Estimates vary, but it appears that at least 40%, and perhaps up to 80% of the roundwood removed from KKL-JNF forests goes into the firewood market.

The majority of round wood sold for sawlogs by KKL-JNF contractors is shipped to sawmills in Hebron (West Bank) to make pallet lumber and pallets. A very small volume of sawlogs, perhaps less than 5% of the roundwood removed, goes to sawmills located in Israel proper, for a wide variety of products.

Markets for ground slash are not nearly as well developed as those for firewood and sawlogs. KKL-JNF staff estimated that only 10% of the ground slash from KKL-JNF projects is actually utilized — approximately 5,000 tonnes in total.

A decision-support tool is provided in the appendixes to this report, to help to examine and compare the business cases for products made

from KKL-JNF ground wood or wood chips, needles or leaves, bark, roundwood (other than sawlogs), and sawlogs. A total of 35 product categories were identified that can **theoretically** be produced from KKL-JNF thinnings and other treatments. Twelve of these are already being produced or explored, and 13 are considered to have sufficient potential to justify further investigation.

Security Forests in Israel in the 1950s – from Confrontation to Civil/ Military Cooperation

Yoram Fried and Gideon Biger

At the end of Israel's War of Independence (1947–1949) the Israel Defense Forces (IDF) found themselves with the requirement to defend a long, narrow country, confronted by enemies along its entire land border, with no natural barriers. Forests were considered by the IDF as a barrier that could help to prevent an enemy advance and also help to conceal the IDF forces. The concept of 'security forests' was taken very seriously by the IDF, which acted vigorously, both through its own efforts and with the help of the civilian afforestation bodies, to promote this perception.

In the first few years after the war the IDF had operated a Vegetation Unit whose role was to establish new tree plantations and to plant the resulting trees in areas designated for security forests. Because of budgetary difficulties the unit's work was shut down in 1953, and all its activities were transferred to the civilian afforestation bodies, mainly the Jewish National Fund (KKL).

Unlike the confrontations that accompanied the relationship between the IDF and civilian organizations in the early 1950s, after the dissolution of the Vegetation Unit the IDF and the civilian organizations began working together, knowing that cooperation would benefit them both. The IDF gained the security forests they needed and the KKL gained assets in the form of land dedicated to its use, money from the sale of wood products, and prestige among potential donors.

Evaluation of the Survival, and Height and Diameter Growth Rates of Black Pine (*Pinus nigra*) from Different Countries of Origin and Seed Sources in Bar'am Forest in the Upper Galilee Mountains in Israel

Omri Bonneh, Nir Herr, and Roi Har'el

The collapse of planted Aleppo pine stands at altitudes above 600 m a.s.l., because of the snow storms that occurred in Israel in 1992, stimulated evaluation of other species, such as cedars and black pine, which could withstand the weight of snow and ice, to replace Aleppo pine at high elevations. Black pine from nine seed origins (three from Greece, three from Italy, two from Turkey and one from the former Yugoslavia) were planted in 1993 in Bar'am Forest in Galilee (elevation, 675 m a.s.l.; annual precipitation, 750 mm). Comparison of the survival, and height and diameter growth rates, of 21-year-old black pine from the various seed origins showed that the seeds originating from Greece and Italy performed better than the others with respect to all three parameters, but the differences were not significant. Our conclusion is that black pine can be successfully planted instead of Aleppo pine at elevations above 600 m in Galilee, in chalky-gray rendzina soils and, presumably, also in low-lime-content soils such as brown rendzina and terra rossa. Cedars can be successfully planted for the same purpose but only on low-lime-content soils.

Abstracts

For figures, tables and bibliography – see in the Hebrew text

Evolution of Israeli forestry from Even-Aged Pure Pine Plantations to Uneven-Aged Sustainable Mixed Forests

Part A: A Review of the Various Approaches to Forest Policy and Management in Israel During the Last Hundred Years

Omri Bonne, Chief Scientist, Land Development Authority, Keren Kayemeth LeIsrael – Jewish National Fund (KKL-JNF), Eshtaol, omrib@kkl.org.il

The planted forests in Israel are at present multifunctional, and designated primarily for provision of ecological services. Afforestation in Israel, which was begun 100 years ago by Keren Kayemeth LeIsrael (KKL) the Israeli Forest Service, was based on the “classical” forestry approach and was characterized in its early days by dense pine plantations dominated by Aleppo pine (*Pinus halepensis*). Early criticism of the KKL forestry policy by environmentalists and ecologists included recommendations to reduce planting density and to increase species diversity, had already begun in the late 1930s. A massive dieback of 40-year-old planted Aleppo pine stands, attributed mainly to an outbreak of the Israeli pine bark scale (*Matsucoccus josephi*), in the early 1970s led to the use of other species of pine, mainly *Pinus brutia*, instead of Aleppo pine (Figure 1). Toward the late 1980s the use of native broadleaf species in forest plantations was dramatically increased, and much heavier thinning was applied in many young, dense stands. Broadleaf seedlings were planted in mixed forests, either randomly between the conifers (cover photo) or, alternatively, in separate patches of varied sizes to create a complex mosaic-like landscape pattern (photo, page 9). Only in 1990 were the changes – that had been gradually implemented in practice since the early 1970s – formally approved, as the KKL Forest Department revised its forest policy (Figure 1; Table 1). The new policy aimed to create mixed, multi-layered, well spaced forests with higher tolerance and better resilience to climate-change impacts such as drought, fire, and insect infestation. Since then, modifications of this policy have been made from time to time, to strengthen sustainability of the forest by increasing its structural and age diversity.

In 1995, the National Master Plan No. 22: Forests and Afforestation was approved by the Israeli government (KKL, 1995). The plan is unique, in that it defines six different forest formations, and thereby explicitly promotes biodiversity. The plan designates only 42% of the forest area in Israel for coniferous forests; the rest is designated for various native broadleaf forests and other woodland formations.

In 2007, the KKL Board adopted a sustainable forest development policy. This policy emphasized the variety of ecological services that the Israeli forests should provide to the public and to future generations, and it set the goal of creating a second generation of uneven-aged mixed forests, prioritizing the use of native species and natural processes.

In 2012, KKL published the current forest management plan – ‘Policy and Guidelines for Forest Planning and Management in Israel’ – which recommended increasing the complexity and patchiness of the forest structure.

Development During 1985–2014 of Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mil.) Trees from Several Seed Sources Planted in Five Different Seed Orchards: A Survey

Gabriel Schiller¹ and **Nir Herr**²

¹ Dept. of Natural Resources, Institute of Plant Sciences, ARO, the Volcani Center, Bet Dagan 50250, Israel

² Forest Department, Northern Region, KKL-JNF
vcgabi@volcani.agri.gov.il

A survey was conducted in five plots (Table 2) planted with Aleppo pine originated from plus-trees seed collections in three Aleppo pine forests in Greece, and several relict natural Aleppo pine populations and planted forests in Israel (F_1 generation). The plots were planted along the rainfall gradient within the country, from Galilee (Carmiel) in the north down to the northern edge of the Negev Desert (Yatir) in the south. These plots were intended to become seed orchards after heavy selection-thinning.

Survey results (Table 4) revealed no significant differences in growth in height and diameter among trees originated from the various seed sources in Greece and Israel. Furthermore, the survey revealed a significant relationship between growth in height and diameter, on the one hand, and the plots’ average annual rainfall, on the other hand (Figs 1 & 2). The increase in average annual rainfall from 250 to 400 mm had the strongest influence; any further increase was less influential. Furthermore, most of the trees in the different plots, which are F_1 generation, present crown architecture of fine and evenly distributed branching, barring only a few cones, similar to the phenotypes of the original seed trees (Table 6).

An additional provenance trial was established, intended to analyze the growth of F_2 generation trees from the seed orchards and compare it with that of those grown from seeds collected freely in various forests. The results (Table 7) revealed the superior growth of the F_2 generation from the seed orchards.

Effects of Changes in Land Use from Virgin Terrain to Planted Forest on Soil Structure and Hydraulic Properties under Various Climatic Conditions in Israel

Meni Ben-Hur^{1*}, **Haim Tenau**¹, **Marcos Lado**², **Lea Leib**¹, and **Assaf Inbar**¹

¹ Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, ARO, the Volcani Center, Bet-Dagan 50250, Israel

² Soil Science Section, Faculty of Sciences, University of La Coruna, Spain

* meni@volcani.agri.gov.il

A large area of virgin land in Israel was converted to man-made forest, starting in the middle of the 20th century. This change in land use, from virgin land to forest, has had significant effects on environmental and ecological aspects, which were extensively studied. However,



FOREST

Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 14 | March 2015

Editor:

Dr. Omri Bonnehd

Editorial Board:

Kalil Adar, David Ashkenazi, Dr. Zvi Avni,
Dr. Meni Ben Hur, Dr. David Brand,
Tamar Dar'el-Posfeld, David Evlagon,
Dr. Dalit Gasol, Dr. Zalman Henkin, Dr. Nir Herr,
Avri Kadmon, Pinhas Kahana, Mimi Kovner,
Dr. Zvi Mendel, Itshak Mosheh, Prof. Josef Rivov,
Dr. Gabriel Schiller, Yossi Schreiber,
Moshe Shaller, Hagai Snir, Dr. Ami Zehavi

Design and Graphics:

Nitsa Bruck, A.N.B Project Management Ltd.

Hebrew Text Editing:

Elisheva May

English Text Editing:

Ron Price

Address:

Yaar, KKL-JNF, Eshtaol
M.P. Shimshon 9977500, Israel
Tel: 972-2-9905551
Fax: 972-2-9905638
yaar@kkl.org.il

Publisher:

Keren Kayemeth LeIsrael-Jewish National Fund
Land Development Authority
Chief Scientist
Publications Unit, Public Affairs
www.kkl.org.il

Cover photo: A 30-year-old randomly mixed plantation that forms a multi-layered forest with an upper-storey canopy of *Pinus brutia*, *P. pinea* and *Cupressus sempervirens*, a middle storey of *Quercus ithaburensis* and *Ceratonia siliqua*, and an understorey of naturally regenerated seedlings of various broadleaf trees and annuals (Photo: Omri Bonnehd)

Contents

5

Evolution of Israeli Forestry From Even-Aged Pure Pine Plantations to Uneven-Aged Sustainable Mixed Forests

Part A: A Review of the Various Approaches to Forest Policy and Management in Israel During the Last Hundred Years

Omri Bonnehd

15

Development During 1985–2014 of Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mil.) Trees from Several Seed Sources Planted in Five Different Seed Orchards: A Survey

Gabriel Schiller and Nir Herr

24

Effects of Changes in Land Use from Virgin Terrestrial Land to Planted Forest on Soil Structure and Hydraulic Properties under Various Climatic Conditions in Israel

Meni Ben-Hur, Haim Tenau, Marcos Lado, Lea Leib, and Assaf Inbar

33

Utilization of Logs and Residue from Plantation Management Activities in Israel

Larry Swan and Mark Knaebe; Edited by: Adar Kalil and Bonnehd Omri

40

Security Forests in Israel in the 1950s: from Confrontation to Civil/ Military Cooperation

Yoram Fried and Gideon Biger

50

Evaluation of the Survival, and Height and Diameter Growth Rates of Black Pine (*Pinus nigra*) from Different Countries of Origin and Seed Sources in Bar'am Forest in the Upper Galilee Mountains in Israel

Omri Bonnehd, Nir Herr, and Roi Har'el

54

Magnificent Trees

54 Shrubs Can Become Small Trees Under Certain Environmental Conditions

55 Memorial Cedar Tree Near Alonei HaBashan in the Golan Heights

Omri Bonnehd

56

News from the Field

56 Use of 40-m³ Metal Tankers for Gravitational Irrigation of Seedlings in Regeneration Plantation in the Gilboa Forest

Erez Moshe and Omri Bonnehd

57 Forest Ordinance 2014 – New Legislative Amendments Added to an Old Mandate-Period Platform

Hagai Snir

58 Transplanting a Large 65-Year-Old Aleppo Pine Tree from a Development Site of Somech New Water Reservoir

Elie Benichou, Michael Wienberger, Eitan Rosenberg and Dani Elmaliach

60

e-yarok

61

From the Archive

“The Galilee College for Environmental Development and Preservation”

Interview with Tuvia Ashbel (1992)

I

English-Language Abstracts