

יער

כתב-עת לניהול יערות ושטחים פתוחים

גיליון מס' 16 | יוני 2016 | סיוון תשע"ו

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,
ד"ר זלמן הנקין, ד"ר ניר הר, ד"ר עמי זהבי,
פינחס כהנא, ד"ר צביקה מנדל, יצחק משה,
אברי קדמון, 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:

ד"ר אסתר לחמן

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

אשתאול, ד"נ שמשון 9977500

טלפון: 02-9905551 פקס: 02-9905638

yaar@kkk.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 פארק של עצי לבנה רפואי סמוך לאתר
יודפת העתיקה (צילום: עמרי בונה)

תוכן

2

ברכת יו"ר קק"ל

3

בפתח הגיליון

5

מ"פנאי רציני" לתיירות אופניים

דלית גסול ויחזקאל ישראלי

17

מורד נחל לבנים – סופו של בית גידול ייחודי

ניר הר, אבירם צוק, שמעונה סבג, אילנה פרידמן, שושי טרגין ועמרי בונה

26

גדילה ושרידות של עצי ברוש מצוי

ממקורות זרעים בשלושה בתי גידול בישראל

גבריאל שילר, ניר הר ויוג'ין דוד אונגר

36

שוונות כימית באוכלוסייה מקומית של אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus* L.)

שילה נבון, חיים קיגל, נתיב דודאי ויוג'ין דוד אונגר

46

פטריית טועות ביער? האם בעקבות שינויי האקלים?

דליה לוינסון

51

אפיון הידרופולוגי של מדרונות בשני אגני היקוות חקלאיים

סמי ארידים: הגדי ושמריה בצפון הנגב בישראל

נפתלי גולדשגור, רועי אגוזי ויוסי שחר

57

התנוונות ותמותה של עצי אורן החוף (*Pinus pinaster*) ביער הנטוע בישראל

ציון מדר, עמי זהבי, רועי הראל, אילון כלב, ניר הר ועמרי בונה

64

שיקום הצומח הטבעי באזור יובשני למחצה בצפון ירושלים

ענת מדמוני, יוסי ריוב ואנה גודנובה

71

עצי תפארת

71 אלוני התבור במרום הגליל

72 עצי הלבנה הרפואי באתר יודפת העתיקה

עמרי בונה

73

חדשות הצפרות

מחקרי כנפי קק"ל

ירון צ'רקה

77

חדשות מהשטח

השבת אלוני התבור לשרון

עפר בינדל

78

e ירוק

80

מן הארכיון

היער

דוד איזמוז'יק (הקדמה: גבריאל שילר)

I

תקצירים באנגלית

לקוראי כתב העת "יער" שלום רב,

יערות ישראל מזהים מאז ומתמיד עם קק"ל. זו זכות גדולה לארגון, אך יש בה גם אחריות רבה המוטלת על כתפינו במשך כל ימות השנה. אחריות זאת באה לידי ביטוי בתחזוקת היערות ברמה הגבוהה ביותר, בשמירה על בטיחותם, בהנגשתם לאוכלוסייה עם מוגבלות, בטיפוחם ובחשיפת הציבור לחשיבותם האקולוגית. אחרי שישה חודשים כיו"ר קק"ל, אני יכול לומר בלב שלם, כי אנשי קק"ל האחראים על היערות הם מהטובים בתחומם ונושאים באחריות המוטלת עליהם הן במקצועיות רבה והן באהבה ובמסירות. העבודה הקשה נעשית למען אזרחי ישראל, שנהנים מפרותיה ויכולים להתחבר לטבע ולערכים הסביבתיים שאנחנו מובילים, והכול ללא תמורה כספית.

אחד הפרויקטים היפים שגיליתי בקק"ל הוא היער הקהילתי. הרעיון לחבר בין יישובים ליערות הסמוכים אליהם הוא רעיון נפלא של יצירה משותפת, שבה נוטלים חלק אנשי הקהילה המקומית, הרשות המקומית וקרן קימת לישראל. השותפות עם הקהילה והרשות המקומית ממשיק היער נעשית לאורך כל הדרך: יחד קובעים את חזון היער, יחד מתכננים, מפתחים ומתחזקים ויחד עורכים פעילויות ביער. מעורבות הקהילה נועדה ליצור את תחושת השייכות של כל תושב ותושב ליער שלו ואת מחויבותו לשמירה על ערכיו.

היער הקהילתי הוא עשייה המשלבת ערכים חברתיים-קהילתיים לצד ערכים סביבתיים, ובאופן זה קהילות מגוונות ושונות יכולות ליטול חלק בתהליך. לא הופתעתי כאשר ראיתי תוצאות סקר לפיהן, ככל שתושבי הערים מבקרים יותר ביערות הקהילתיים כך עולה שביעות הרצון שלהם מהיער שבה הם גרים.

בשנה האחרונה מתקיים שיתוף פעולה מבורך בין כנפי קק"ל, תכנית הפעולה של קק"ל בתחום הצפרות, לאנשי הקהילה ויער במרחבים השונים. אירועים, הדרכות, הפעלות הקשורות לציפורים התקיימו בקהילות רבות ברחבי הארץ, והביקוש לנושא האטרקטיבי של צפרות עולה ככל שגדלה המודעות.

רשת אתרי הצפרות שמפתחת קק"ל מהווה מקום מפגש חשוב בינינו לציבור רחב מאוד של חובבי טבע. האתר המשמעותי ביותר ברשת כנפי קק"ל הוא כמוזן אגמון החולה, שבו אנו מתחילים בימים אלה בבניית מרכז מבקרים חדש ומתקדם, שיהפוך למנוף רב חשיבות לפיתוח הגליל המזרחי כולו. הקשר הישיר לציבור הרחב, לצד מחקרי הצפרות החדשניים שמקדמת קק"ל, שעל חלקם מסופר בגיליון זה, יוצרים עוד ערוץ משמעותי עבור קק"ל אל לב הציבור בישראל.

אחת התרומות החשובות של קק"ל לתרבות הנופש והפנאי בישראל בעשור האחרון הייתה פיתוח שבילי אופניים ביערות ובשטחים הפתוחים אשר רבים מהם בוצעו בעזרת קהילות מקומיות של רוכבי אופניים. אנו מלאי סיפוק להיווכח, שיותר ויותר רוכבי אופניים מגלים את נופי היערות והשטחים הפתוחים באמצעות חוויית הרכיבה, ורואים בכל רוכב כזה נאמן של היער.

המטרה שלי ושל קק"ל היא להרחיב את פעילותנו בתחום היער והקהילה לכמה שיותר אזורים ואתרים בארץ במגוון של נושאי פעילות, ולאפשר לכמה שיותר אנשים וקהילות ליהנות מהיערות ומהשטחים הפתוחים שלנו על כל יתרונותיהם. אני מאמין, שזה חשוב במיוחד עבור הדור הצעיר, שפעמים רבות החיבור שלו לעולם הוא באמצעות הסמרטפונים. אנחנו מפתחים כיום יישומון המיועד להעשיר את חוויית השהייה הבלתי אמצעית בטבע. שימוש בו, יתרום תרומה משמעותית לעולמו הערכי של הנוער. בעיניי, אין מטרה חשובה מזו.

בברכה,

דני עטר
יו"ר קק"ל

לקוראים שלום,

לפני כ-15 שנים החלה קק"ל בפיתוח שבילי אופניים ביערות שבניהולה. מה שהחל כבניית מבואות כניסה לשבילי האופניים, סימון ושילוט דרכי יער, הפך במהרה, על פי העדפות רוכבי האופניים, לביצוע צרשבילים (סינגלים) איכותיים. קק"ל גם ארגנה השתלמויות בנושא, חלקן בשיתוף מומחים לנושא משירות הייעור האמריקני, שאתו יש לקק"ל קשר אמיץ מזה שנים רבות. גסול וישראלי סוקרים במאמרם את התמורות שחלו במאפייניהם של רוכבי אופני השטח, תפיסותיהם וצרכיהם בתקופה זו, בהתייחס למגמות העולמיות. מדור "אי ירוק" (המופיע לקראת סוף הגיליון) עוסק אף הוא בתכנון שבילי האופניים מזווית ההתבוננות של זוהר צפון, מנהל מחלקת התכנון במרחב דרום ורוכב אופניים בעצמו.

תמ"א 22 היא רק בת 20, אך מאז אישורה הפכה להיות חלק בלתי נפרד מהשפה התכנונית בישראל. לאחרונה, אנו עדים לקידום תהליכי תכנון אגרסיביים על ידי מינהל התכנון הארצי בגישה ריכוזית של "מלמטה למטה", המאיימים לבטל במחי יד השקעה אדירה שנעשתה בהכנת תכניות מפורטות על פי תמ"א 22 (ותמ"א אות אחרות), בגישה הפוכה בתכלית של תכנון "מלמטה למעלה". המאמר של הר וחובריו על נחל לבנים, מהווה דוגמית לאדישות, אם לא לאטימות, של מובילי הגישה התכנונית בהווה לדמות הארץ שאנו משאירים לדורות הבאים. בסוף המאמר משולבים במסגרת נפרדת דבריה של דינה רצ'בסקי, שעמדה בראש מינהל התכנון בעת הכנת תמ"א 22, ושימשה בעת כהונתה מופת לתכנון תכניות מתאר ארציות נושאות ותכניות מתאר מחוזיות. איפה הימים האלה?

מקורו של הברוש המצוי הוא, כפי הנראה, ממזרח אגן הים התיכון ויש המזהים פרטים של ברוש מצוי הגדלים בנחלי הגליל המערבי כעצי בר. לברוש המצוי מקום של כבוד בנוף ובתרבות הים-תיכונית ולאחרונה גם כמין העמיד באופן יחסי בפני התפשטות שרפות. שילר וחובריו סוקרים את ההישרדות וההתפתחות של מקורות שונים של ברוש מצוי בשלושה בתי גידול בארץ וממליצים על המקורות המצטיינים.

שילה וחובריו מצאו לראשונה את קיומם של כימוטיפים באוכלוסייה מקומית של אלת המסטיק, מין בולט מבין שיחי החורש הים-תיכוני. ניתן להעריך, כי פוטנציאל דומה לשונות כימית משמעותית קיים גם במינים מעוצים נוספים בחורש. לשונות זו יכולות להיות מספר משמעויות, כמו למשל, על התנהגות שיחור המזון של הרביבורים אשר תיבחן בניסוי נפרד.

האם שינויי האקלים משפיעים על מועד הופעת גופי הפרי של פטריות יער? על פי תצפיותיה של לוינסון, במאמרה "פטריות טועות ביער – האם בעקבות שינויי האקלים?" כנראה שהתשובה היא חיובית. ממצאים דומים, שעלו גם מתצפיות בתופעה זו באירופה, מחזקים הנחה זו.

גולדשילגר וחובריו מתארים במאמרם את המאפיינים של הנגר והרכב הקרקע בחלק העלי והתחתי של מדרונות אגני ניקוז קטנים בצפון הנגב. הם מצאו שבעוצמות גשם נמוכות, קרקע הלס קולטת את רוב מי הגשם וכתוצאה מכך הסיכויים ליצירת נגר נמוכים. כאשר נוצרת זרימה, זמנה קצר מאוד והיא אינה רציפה.

אורן ימי, מין שתפוצתו בעיקר במערב אגן הים התיכון, ניטע בעבר בארץ גם באזור מישור החוף וגם בשדרת ההר, כאשר החלקה המפורסמת של מין זה הייתה בקרבת היישוב קדימה. לימים התברר, שמרבית עצי האורן הימי, גם כאלה שהתפתחו יפה בגיל צעיר, התנוונו ומתו בהמשך ברוב אתרי הנטיעות בישראל. על תופעת התנוונות זו ועל ניסיונות האקלים של מין זה בארץ – במאמר של מדר וחובריו.

לשימוש בצמחי בר ומינים פורחים טבעיים בגינון ובשיקום נופי בסביבה עירונית יכולים להיות יתרונות אקולוגיים, אסתטיים, חינוכיים וכלכליים. גם בנטיעת יערות ובשיקום הנחלים גובר העניין לשלב מיני צמחים חד-ורב-שנתיים להגברת המגוון הביולוגי. מדמוני וחבריה מצאו, שניתן לבסס בהצלחה מגוון גדול של מיני בר, אך לשם כך יש לאמץ שיטות מתאימות לריבוי ולגידול השתילים, להשקות ולמנוע התפתחות של צמחייה מתחרה לפחות למשך שנתיים מהנטיעה וכן למנוע בהמשך נזק מבעלי חיים ובני אדם.

במדור "עצי תפארת" בחרנו להציג הפעם עץ גדול במיוחד של אלון התבור, נדיר במקום גידולו – בשולי רמת ברעם, וכן אלון התבור המיוחד בגובה בו הוא גדל ביישוב בירייה בגובה 850 מ'. כמו כן, אנו מציינים את חורש עצי לבנה רפואי מהיפים שאנו מכירים בגליל, סמוך ליודפת העתיקה.

במדור "חדשות מהשטח" אנו מדווחים על התארגנויות של אנשים פרטיים ושל החברה האזרחית, שמטרתן להגביר את נטיעתם של עצים, ובמקרה זה של עצי אלון התבור בשרון. לפעילות זו, הנעשית בהתנדבות וכחלק מתפיסה חינוכית שאותה רוצים להנחיל לנוער ולציבור הרחב, חשיבות רבה ונעשה ככל שביכולתנו לסייע לה. אנו קוראים מעל במה זו לגורמים נוספים, העוסקים בנטיעה, בחינוך לנטיעה ובשימור עצים, לפנות אלינו ולספר לנו על פועלם.

במדור חדש, העוסק בתחום הצפרות, אנו מדווחים הפעם על תוצאות ראשוניות ממספר מחקרים שמתקיימים בתמיכת "כנפי קק"ל", תכנית הפעולה של קק"ל בתחום הצפרות. הכרה טובה יותר של אוכלוסיות בעלי הכנף ביערות ובשטחים הפתוחים ולימוד הדרכים לעודד בממשק נכון את המגוון ותפוצה שלהם, הם מהמטרות החשובות של מחקרים אלה. כמו כן, הכרה של דינמיקת החריפה והנדידה של העגור האפור בישראל מהווה נושא מרתק, שבו אנו מצויים בחזית המחקר העולמי, עם הזדמנות לייעל ולשפר את ממשק העגורים החורפים בעמק החולה.

ולסיום, גבי שילר העביר אלינו, עם הקדמה שלו, את החיבור "יער" מ-1926 מאת דוד איזמוז'יק אשר מתאר בשפה עברית נהדרת את כמיהתו ליער בארץ ישראל.

בברכת קריאה מהנה,

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 תהיינה, 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.

מ"פנאי רציני" לתיירות אופניים

דלית גסול ויחזקאל ישראלי

המחלקה לניהול תיירות ומלונאות, המכללה האקדמית כנרת בעמק הירדן

dalit.gasul@kinneret.ac.il

תקציר

שנים והן עם הגידול ביציאה לחופשות רכיבה, שמטרתן העיקרית היא רכיבה. עם זאת, המחקר מציין גם את הייחוד של רכיבת האופניים בישראל יחסית למקובל בעולם, בעיקר בנושא חברתי (שותפים לרכיבה), המוכנות להתחרות ולהשקיע במשך נסיעה עד לאתר לרכיבת אופניים. במחקר נבדקו גורמי המשיכה לבחירת אתר הרכיבה ונמצא שהם קשורים בנתוני אתר הרכיבה עצמו ובקרבתו לבית. כמו כן, נבדקו ההיבטים הפסיכולוגיים הנתפשים על ידי הרוכבים (היבטי שליטה, משמעות ושייכות), אשר להם השפעה על הדימוי העצמי של הרוכבים וההתייחסות לענף כ"פנאי רציני". בנוסף לכך, נבדקו עמדות נוספות בתחום של קיימות ומוכנות להתנדב למען הסביבה והקהילה. התובנות הנובעות מעיידות על המשך תהליך "ההתמקצעות" של ענף רכיבת האופניים בישראל והתקרבותו לנעשה במדינות בעולם, בעלות מסורת רבת שנים בתחום.

מילות מפתח: פנאי רציני, תיירות ספורט, תיירות אופניים, חופשת רכיבה, רכיבה בחופשה.

בעשור האחרון חל גידול מרשים בהיקף רכיבת אופני הרים בישראל, המתבטא בין היתר בהשקעות משמעותיות בתשתיות בשטחים פתוחים וביערות ובשינויים סוציולוגיים אצל הרוכבים. בהתייחס למגמות העולמיות עולות סוגיות, כמו עד כמה מאמצים רוכבי האופניים דפוסי "פנאי רציני" ועד כמה הענף, המזוהה בדרך כלל עם פנאי, מתפתח לכיוון של חופשות ותיירות אופניים. לצורך כך, המחקר התבסס על שני סקרים שנערכו בקרב רוכבי אופני ההרים בישראל בשתי תקופות: בשנים 2005-2006 ובשנת 2013, כך שהיקף הסקרים ופרק הזמן ביניהם אפשרו ניתוח של מאפייני הרוכבים, תפישותיהם וצרכיהם, כמו גם השוואה של שינויים בהיבטים אלו לאורך זמן. תוצאות הסקרים מלמדות, שחלק ניכר מהמאפיינים של הענף, כפי שנמצאו בסקר, דומים למגמות העולמיות, ובהשוואה על פני השנים, תופעה זו הולכת ומעצימה, הן מבחינת ההתייחסות לרכיבה כפנאי רציני עם מחויבות רבת



רוכבי אופני הרים בצרשבייל (סינגל) של יער כפר החורש (צילום: אילן שחם).

Singletrack mountain biking in Kfar HaHoresh Forest (Photo: Ilan Shacham).

מבוא

הגידול המרשים בהיקף רוכבי ההרים הפעילים בישראל בעשור האחרון, כמו גם ההשקעות המשמעותיות בתשתיות שבילי הרכיבה בשטחים הפתוחים וביערות, מעלים סוגיות חברתיות, תפעוליות וכלכליות.

בהיבט החברתי, ניכרים שינויים סוציולוגיים ברמת הרוכב וחבורות הרוכבים עם תהליכי "התמקצעות" וחדירה של מתעניינים נוספים אשר הופכים ל"מכורים" למגמה זו.

בהיבט התפעולי, הגידול בהיקף הרוכבים והצורך בתשתיות מצריך השקעות ציבוריות ניכרות, לא רק בהקמה של שבילים, אלא גם בתפעולם לאורך זמן.

בהיבט הכלכלי, בהמשך לתקציבי תפעול, נשאלת השאלה, כיצד תורמות התשתיות הציבוריות לפיתוח כלכלת תיירות אזורית ולצריכת מוצרים שניבו הכנסות לאוכלוסיית האזור, המארח את הרוכבים? או במילים אחרות – מתי הרוכב החובבן הופך לרוכב "רציני" ומהו הקשר בין תהליך זה לבין צריכת תיירות אופניים?

מחקר זה מתבסס על סקרים שנערכו בקרב רוכבי אופני ההרים בישראל בשתי תקופות: בשנים 2005-2006 (500 נשאלים בסקר מקוון ועוד 100 נשאלים בתשאל ישיר) ובשנת 2013 (סקר מקוון שכלל 320 נשאלים). היקף הסקרים, כמו גם פרק הזמן בין שני הסקרים, מאפשרים ניתוח של מאפייני הרוכבים, תפישותיהם וצרכיהם, כמו גם השוואה של שינויים בהיבטים אלו לאורך זמן.

פנאי רציני

פעילויות פנאי הן לרוב פעילויות ארעיות, מזדמנות ויומיומיות, הנותנות סיפוק מידי וקצר-טווח, והדורשות מעט (או כלל לא) אימון לצורך השתתפות. פעילויות אלו נקראות "פנאי אגבי" (Casual Leisure) והן כוללות משחק, רגיעה, בידור סביל ופעיל, התכנסויות חברתיות וגירוי חושי (Elkington & Stebbins, 2014; Stebbins, 2007).

שינויים חברתיים, שחלו בעשורים האחרונים, המשפיעים על הרגלי העבודה, הצריכה, הפנאי והתיירות (Henley Center, 2007), יצרו את "התייר החדש", התייר המתוחכם, המחפש חוויה איכותית, מלמדת, מהנה ומרגשת (Benckendorff, 2006).

המענה לגידול בזמן פנוי, לרצון למימוש עצמי ולחוויות איכותיות הוא "פנאי רציני" (Serious Leisure), המוגדר כעיסוק קבוע וממוקד בפעילות פנאי חובבנית (בניגוד למקצועית), תחביב או פעילות התנדבותית, מתמשכת ומעניינת, באופן שיאפשר לעוסק בה לפתח מומחיות בלימוד והוצאה לפועל של הכישורים המיוחדים, הידע והניסיון הנדרשים (Elkington & Stebbins, 2014; Stebbins, 2007).

פעילויות "פנאי רציני" הן מעמיקות, ארוכות-טווח, ובאופן בולט מבוססות על כישורים, ידע או ניסיון (או שילוב של שלושם) ודורשות התמדה. אלו מהלכים שניתן לדמותם למהלך של בניית קריירה, פרט לעובדה שאין בצד פעילויות אלה תגמול כספי (Stebbins, 2007; Green & Jones, 2005). למעשה, פעילויות פנאי ארעי משתלבות בחיי האדם "מסביב" למשבצות הזמן של עבודה ומחויבויות אחרות. לעומתן, פעילויות של פנאי רציני הופכות לגורם מרכזי בסדר היום וסביבן מתכננים העוסקים בהן את חייהם (Elkington & Stebbins, 2014; Worthington, 2005).

הפנאי הרציני מספק לעוסקים בו גמולים אישיים, כגון: מיצוי הפוטנציאל האישי, מיצוי של כישורים וידע, איסוף חוויות בעלות ערך ופיתוח זהות אישית משמעותית. גמולים אחרים הם גמולים חברתיים, כגון תחושת שייכות לקבוצה, אירועים, רשתות חברתיות, ארגונים וקשרים חברתיים. פעמים רבות, עולם חברתי זה כולל גם את ציבור הצופים או האוהדים וציבור של ספקי שירותים וציוד (Elkington & Stebbins, 2014; Stebbins, 2007). למעשה, החברים במעגל חברתי בתחום מסוים של פנאי רציני מפתחים הזדהות וקוד התנהגותי. Newman, Tay & Diener (2014) מסבירים, שישנם מנגנונים פסיכולוגיים פעילים בתהליך זה: שליטה (במיומנות, אתגר, למידה), משמעות (העיסוק הופך להיות גורם מארגן ומרכזי בחיי המשתתפים) ושייכות (השתייכות לקבוצה והזדהות). לפי Elkington & Stebbins (2014), בשל השותפות במטרת, באתגרים, בערכים, בחוויות, בעלויות ובגמולים בין המשתתפים בקבוצה חברתית של "פנאי רציני" – אין זה מפתיע שפנאי רציני הופך עבור אנשים רבים ל"מוקד עניין מרכזי בחיים" (Central Life Interest).

מחקרים בתחום זיהו שלבים שונים במעורבות אדם הנמצא בתהליך התפתחות של פנאי רציני, והמשותף לכולם הוא, שככל שמתמידים, המשתתף עולה מדרגה נוספת ברמת ההתמחות, הבאה לידי ביטוי בידע הנצבר, בתדירות ההשתתפות, ברמת המחויבות והעקביות, בהזדהות הולכת וגוברת עם עולם הערכים והעמדות הקשורים לפעילות ולהשתייכות למעגל החברתי הסובב את פעילות הפנאי הנבחרת (Elkington & Stebbins, 2014; Stebbins, 2007). (Green & Jones, 2005; Scott & Shafer, 2001), כ"פנאי מתמחה" (Specialization), הנמדד על פי מספר שנים בתחום, תכיפות ההשתתפות, כמות האתגרים, סוג הציוד, כמות הציוד ברשות האדם, כמות הספרים והמגזינים ברשותו, השקעה כספית והמרחק שהאדם עובר על מנת לקחת חלק באותה פעילות פנאי. הנקודה האחרונה, המרחק שאדם שעובר על מנת להשתתף בפעילויות פנאי, רלוונטית במיוחד לעניין האתגר בהגדרת "תייר אופניים", כפי שיפורט להלן.

תיירות ספורט

חוקרים שונים הכירו בפנאי הרציני כמסגרת מתאימה לחקר תיירות הספורט, בין אם תיירות ספורט אקטיבית ובין אם תיירות ספורט פאסיבית. פנאי רציני מהווה מניע לתיירות ספורט, ותיירות ספורט מעודדת פנאי רציני (Green & Jones, 2005).

תיירות ספורט מוגדרת כ"תיירות מבוססת פנאי, המתקיימת בריחוק מהסביבה הביתית של האדם, במסגרתה אדם מעורב בפעילות פיזית (תיירות ספורט אקטיבית), צופה בפעילות פיזית (תיירות ספורט פאסיבית) או מבקר באטרקציות המזוהות עם פעילות פיזית מתוך הערצה (תיירות ספורט נוסטלגית)" (Bull, 2006; Gibson, 2005; Green & Jones, 2005). ההשתתפות בפעילויות ספורט במהלך חופשה נובעת ממגמות שונות, כמו השאיפה לחיים בריאים, ביקוש לחופשות פעילות ונושאות והגידול בכמות החופשות הקצרות. מגמות אלו, בשילוב עם השינוי בגישה כלפי חופשות – מזמן של מנוחה והירגעות להזדמנות "לעשות משהו", הופכות את פעילויות הספורט במהלך החופשה לאטרקטיביות (Weed & Bull, 2004). תחום האופניים מהווה ראי למגמות אלו ובא לידי ביטוי בגידול בשימוש באופניים כאמצעי תחבורה, במכירות אופניים בכלל, ואופני הרים בפרט, בגידול במכירות של ציוד מקצועי נלווה לרוכבים ובעלייה משמעותית בהיקף התחרויות ברמות שונות ובהיקף המשתתפים. מדינות שונות באירופה ובצפון אמריקה מפתחות ומקדמות באופן פעיל תיירות אופניים על ידי פיתוח תשתיות מתאימות. בחלק מהמדינות, כמו גרמניה, צרפת וספרד, מפותחות תשתיות אלה במקביל לצירים תיירותיים מוכרים ואטרקטיביים (Chang & Chang, 2003). תיירות ספורט, המבוצעת בשטחים הפתוחים, נחשבת לבת-קיימא יחסית והמשתתפים בה נחשבים כאוהבי סביבה. כזאת, יכולה תיירות הספורט לשמש כאמצעי להכרת הסביבה והתרבות המקומית ולהעשיר את החוויה התיירותית של המבקר. במקביל, נוצר יתרון גם לתושב המקומי, הנהנה מפיתוח שטחים פתוחים, כגון פארקים לאומיים ויערות, שהוכשרו לפעילויות ספורטיביות שונות (Weed & Bull, 2004). היבט נוסף הוא ההשפעות הכלכליות הנגזרות מתיירות הספורט. אירועי ספורט הם בעלי מכפילים כלכליים משמעותיים ותורמים להעלאת הדימוי של היעד (Roche, Spake & Joseph, 2013).

תיירות אופניים

תיירות אופניים היא תיירות נישה, בעלת פוטנציאל גידול משמעותי, אשר נחקרה רבות בעשור האחרון, במטרה להבין את מאפייני הביקוש וההיצע על מנת לסייע לקובעי מדיניות לתכנן תשתיות אופניים, שירותים נלווים ולכוון את

מאמצייהם בהתאם לביקוש ולתועלות צפויות מהתהליך (Lee & Huang, 2012). תיירות אופניים מהווה למעשה שוק מגוון מאוד, החל מטיולים יומיים עצמאיים, באמצעות שכירת אופניים, חופשות קצרות וארוכות, עצמאיות או מאורגנות, פרטיות או קבוצתיות, רכיבת כביש והרים, רכיבות קבוצתיות במסגרת מועדוני רכיבה, רכיבות מאורגנות, רכיבות למטרות צדקה, רכיבות של קבוצות נוער ובתי ספר, מרוצי אופניים, ועוד (Morpeh, 2004).

נשאלת השאלה, כיצד מגדירים "תיירות" אופניים? האם כל תייר הרוכב פרק זמן כלשהו במהלך החופשה הוא תייר אופניים? או האם תייר שחופשתו נסובה סביב הרכיבה נחשב כתייר אופניים? השאלה עוסקת, לפיכך, הן בהנעה של התייר לביקורו באתר והן במידת החשיבות המוקנית לפעילות הרכיבה על האופניים.

עיון במחקרים השונים שעסקו בתחום מצביע על שונות בהגדרות ועל טיפולוגיות שונות שנערכו לרוכבים תיירים.

Bull (2006) מצא, כי תיירות אופניים כוללת ביקורים לצורך פנאי, בין אם אלה ביקורים יומיים או ארוכים יותר, הכוללים רכיבת אופניים כחלק מרכזי ומשמעותי מהביקור. עוד מצא Bull במחקרו, שעסק במתחרים בתחרויות אופניים, כי אמנם המטרה העיקרית של הנסיעה הייתה התחרות, אך קיימים גורמי השפעה נוספים, כגון הסביבה התיירותית שבה נערכת התחרות, הרצון לבקר במקומות חדשים ולבלות זמן עם משפחה וחברים. ישנם חוקרים שהחריגו את רוכבי הפנאי המקומיים מהגדרת "תיירי אופניים" ואת המתחרים המקצועיים (למשל: Richie, 1998) והתייחסו לתיירי אופניים כמי שהרכיבה מהווה חלק חשוב מחופשתם.

קיימות מספר טיפולוגיות, שבעזרתן חוקרים מאפיינים את תיירות האופניים. Bull (2006) מבחין בין סוגי חופשה שונים על פי מרכזיות רכיבת האופניים כמטרת החופשה. ב"חופשת רכיבה" (Cycling Holiday), רכיבת האופניים מהווה מטרה עיקרית לשמה יוצאים לחופשה; ב"רכיבה בחופשה" (Holiday Cycling) הרכיבה מהווה פעילות אחת מיני רבות, שבה מתנסים המטיילים; רכיבה יומית (Cycling Day Visit) כוללת טיולים של שלוש שעות ומעלה אל מחוץ לאזור המגורים של האדם, בין אם הטיול מתבצע ברכיבה בלבד ובין אם בניוד האופניים ברכב לאזור שבו מתקיימת הרכיבה. Richie (1998), מספק הגדרות נפרדות ל"תייר אופניים" (Cycle Tourist) ול"רוכב אופניים למטרת פנאי" (Recreational Cyclist). לדעתו, "תייר אופניים" הוא מי שנמצא מחוץ לאזור מגוריו או ארץ מגוריו למשך זמן של 24 שעות או לילה אחד לפחות למטרת חופשה, ועבורו השימוש

גברים בטייץ: ממצאי הסקר מצביעים על דומיננטיות מוחלטת של המין הגברי – 94% מבין הרוכבים! עם העלייה בוותק הרכיבה ניכרת התמקצעות ומחויבות: התאמת סדר היום, העדפה על פעילויות פנאי אחרות, עלייה בתדירות, ובמיומנות, ציוד מקצועי (כמו גם בגדי רכיבה לפי צו האופנה האחרונה) ומחויבות למעגל החברתי של קבוצת הרכיבה הקבועה.

היו בטווח הגילאים שבין 45 ל-59. מרבית המשיבים היו בעלי השכלה, כאשר למעלה משני שלישי (70.1%) בעלי השכלה גבוהה וההכנסה החציונית בקרב המשיבים הייתה גבוהה באופן ניכר מההכנסה החציונית לאוכלוסיית אוסטרליה.

תשתיות תומכות לתיירות אופניים

חוקרים שונים מנו גורמי הצלחה והמלצות יישומיות, שיסייעו בפיתוח ובקידום תיירות אופניים:

- פיתוח של מערכת שבילים מופרדת לאופניים (גם במרחב הפתוח, גם בסמוך לכבישים).
- קישוריות טובה של מערך השבילים עם שבילים במרחב הסובב.
- שילוט, מפות ומידע מעודכן ואמין לגבי אפשרויות ושירותי תחבורה תומכים.
- טווח רחב של מתקני אכסון מסוגים שונים, החל מקמפינג ועד מלונות ייעודיים וידידותיים לרוכבים.
- שיווק מאורגן.
- אטרקציות טבעיות ותרבותיות.
- תיאום בין ספקי שירותים תיירותיים (אכסון, הסעדה), רשויות מקומיות, מפעילי תיירות וספקים נוספים על מנת לספק לתיירים חוויה חיובית ומהנה.
- חנויות להשכרת ולתיקון אופניים בקרבת השבילים הראשיים.
- שירותי הדרכה ו"הקפצה" (העברת הציוד או העברת הרוכבים).
- מידע לגבי הפוטנציאל של תיירות אופניים בסביבה הכפרית (Arnolds et al., 2012; Chang & Chang, 2003; Faulks et al., 2007; Meschik, 2012; Richie, 1998; Röh, 2010).

לצד הצעות יישומיות לפיתוח התשתיות, נמצא, כי במקומות רבים לא נערכים כראוי לקליטת תיירי האופניים, כך שלמעשה אין מינוף כלכלי של הפוטנציאל הטמון בפלח שוק זה. למשל, נמצא במספר מחקרים כי האזורים הפריפריאליים, המועדפים על הרוכבים, ושיכולים להפיק את מירב התרומה הכלכלית מתיירות האופניים, הם גם האזורים שהכי פחות ערוכים לקלוט ולשרת תיירות זו. Morpeth (2004) מצביע על מספר בעיות דומות, שעלו במחקרו, על C2C Cycle Route בצפון אנגליה, שם נמצא, כי מתקני האכסון, בעיקר מסוג B&B, שחלקם אף הצהירו כ"ידידותיים לרוכבים", לא היו ערוכים לקלוט קבוצות גדולות של רוכבים, מצד אחד, ולא היו מעוניינים בקליטת מבקרים ללילה אחד בסוף השבוע, מצד אחר (על מנת לא לפגוע ביכולתם למכור חופשות סוף שבוע מלאות).

באופניים הוא רכיב מהותי בחופשה, בין אם מדובר בחופשה מאורגנת או עצמאית. "רוכב למטרות פנאי", לעומת זאת, הוא כל מי שמעורב ברכיבה למטרות פנאי או טיולים יומיים, שמשכם פחות מ-24 שעות, או שאינם כוללים לינת לילה מחוץ לאזור המגורים, ורואה רכיבת אופניים כאמצעי חיובי לבילוי הזמן הפנוי. נקודה מעניינת נוספת, הרלוונטית למחקר הנוכחי, עוסקת ברוכבים, הרוכבים למטרות אימון גופני או פנאי בסמוך לביתם. אלה יכולים להיות גם "תיירי אופניים" אם יבחרו לרכוב במסגרת חופשה. כך, Keeling (1999) סיווג רוכבים על פי הנעה ותדירות לארבעה טיפוסים:

- **Infrequent Leisure Cyclists**: אנשים הרוכבים לעתים רחוקות מאוד (לרוב נהגו לרכוב בילדותם), בדרך כלל אין בבעלותם אופניים, וגם אם כן הם אינם בשימוש.
- **Occasional Leisure Cyclist**: אנשים הנוהגים לרכוב מספר פעמים במשך הקיץ לשם הנאה. בדרך כלל הם בעלי אופניים, אך הם לא רוכבים כאשר מזג האוויר אינו נעים דיו.
- **Frequent Leisure Cyclists**: אנשים הנוהגים לצאת לרכיבה אחת לשבוע או שבועיים במהלך הקיץ, ומספר פעמים במהלך החורף. הם בעלי אופניים.
- **Cycling Enthusiasts**: אנשים הנוהגים לצאת לפחות פעם בשבוע לאורך כל השנה והם בעלי אופניים.

ככל שהרוכב ממוקם בקטגוריה גבוהה יותר בטיפולוגיה, כלומר רוכב בתכיפות גבוהה יותר במסגרת הפנאי שלו, הוא ירכב מרחקים גדולים יותר בעת חופשה ויהיה עצמאי יותר באופן ארגון החופשה. כמו כן, הוא יהיה זקוק ליותר מוצרים ותשתיות משלימות, כגון מסלולים משולטים, מפות ברורות, ייעוץ והדרכה לגבי מסלולים אפשריים, שבילים מתאימים, אכסון ידידותי (עם מקום לאכסון האופניים וכלים לטיפולם ולתיקונם), אפשרות לניוד האופניים בתחבורה ציבורית וכו' (Faulks, Ritchie & Flucker, 2007; Arnolds, Dawson, Djacic et al., 2012).

כדי ללמוד ולאפיין את תיירי האופניים, יש להתייחס גם לפרופיל תייר האופניים המופיע במחקרים שונים. כך, למשל, במחקרו של רוה (2010), מתוארים תיירי האופניים בישראל, כאשר רובם המכריע גברים בגילאים 31-50, חילונים, בעלי השכלה אקדמית, מועסקים כשכירים, ברמת הכנסה ממוצעת ומעלה, בעלי ותק רכיבה שנע בין רוכב מתחיל ועד לוותק של חמש שנים, מעדיפים לרכוב בקבוצות ולא לבדם וטרם יצאו לחופשה שמטרתה רכיבה על אופני הרים. תדירות הרכיבה גבוהה יחסית, כאשר 84% מהרוכבים נוהגים לרכוב בין פעם לשלוש פעמים בשבוע.

Lamont & Bultjens (2011) חקרו רוכבי אופניים באוסטרליה, בשנת 2000, ומצאו, כי הגיל הממוצע של הרוכבים היה 53.2 שנים, למעלה ממחצית (53.5%) המשתתפים במדגם

בהולנד 30%, בדנמרק 18% ובגרמניה עד 10% טיולי אופניים מכלל הטיולים העולמיים (Pucher & Buehler, 2008). בגרמניה, תיירות האופניים, המבוססת על תיירי הפנים, מכניסה כ-535 מיליון אירו (2010), מספר המועסקים בתחום האופניים עמד בשנת 2010 על 3,892 איש, כאשר 794 מהם (20.4%) הם מועסקים הנובעים ישירות מתיירות האופניים הפנים-גרמנית (Federal Ministry of Economics and Technology & Federal Association of the German Tourism Industry, 2012).

בישראל, פיתוח תשתיות שבילים לרוכבי הרים עבר מהפיכה של ממש, שאותה מובילה קק"ל בשיתוף עם משרדי ממשלה והרשויות המקומיות. בשנת 2003 סללה קק"ל את הסינגל הראשון, ומאז נסללו יותר מ-1,300 ק"מ של שבילים ברחבי הארץ (רוזנברג, 2015). לאחרונה, השיקה קק"ל גם אתר אינטרנט המרכז מידע על כל מסלולי האופניים שקק"ל סללה בישראל (<http://www.eyarok.org.il/bike/>). פרויקט תשתיתי רחב היקף, הנמצא בפיתוח, הוא "שביל ישראל לאופניים", שיתפרש על פני 1,200 ק"מ מצפון עד דרום ויחצה 43 רשויות, לצד עשרות יישובים. עד כה הושלמו 300 ק"מ מהשביל מאילת למצפה רמון. הקמתו של "שביל ישראל לאופניים" לצד אלפי הק"מ של השבילים הקיימים והמתוכננים, מחدد את הצורך בהבנת אוכלוסיית היעד של הרוכבים ותרומתם הפוטנציאלית לכלכלה האזורית. פיתוח תשתיות הרכיבה, יחד עם שינויים בסגנון החיים, הביא לקצב גידול ברכיבת אופני הרים כפעילות של פנאי ונופש בישראל, המוערך ב-15% בשנה (קולינס-קריינר ורוה, 2012). ישנן הערכות שונות בענף לגבי היקף מספר רוכבי ההרים בישראל, הנעות מ-50,000 רוכבים (זוסמן ופלד, 2008) עד כ-200,000 רוכבים (קולינס-קריינר ורוה, 2012). בשני המקרים, ההיקף מבוסס על ההערכות בלבד ולא על מדידה או מחקר.

בבסיס מחקר זה עומדות, לפיכך, מספר שאלות מפתח:

1. האם רוכבי ההרים הם בעלי מאפיינים של "פנאי רציני"? זאת, מתוך הבנה מהרקע שפורט לעיל, שכלל שהרוכב מפתח מאפיינים של "פנאי רציני" או "פנאי מתמחה" הוא ישקיע יותר בתחום הפנאי שלו, כולל חיפוש חוויות חדשות ונסיעות ארוכות יותר למימוש שאיפותיו.
2. באיזו מידה רוכבי ההרים הם "תיירי אופניים" בארץ ובחו"ל? למעשה, שאלה זו עוסקת במידת המימוש של הפוטנציאל התיירותי של תשתית אופני ההרים בישראל. זאת, מתוך הבנה שתיירי האופניים, אשר מתרחקים ממקום מגוריהם, צורכים שירותים שונים ביעד ותורמים לכלכלה המקומית.
3. מהם הצרכים וההעדפות של רוכב ההרים בישראל מיעד הרכיבה? זאת, על מנת להבין האם נדרש פיתוח של תשתיות נוספות מעבר לקיים היום.

אחת הדרכים לאמוד ולהמחיש את התועלות הכלכליות של תיירות אופניים היא בחינת הוצאות תייר האופניים ביעד שבו מתקיימת הפעילות. במחקרו של Meschik (2012) נמצא, כי ממוצע ההוצאות של רוכב, המגיע ליום טיול בודד, היה 37.3 אירו וממוצע ליום בקרב רוכבים הלנים במקום עמד על 65.7 אירו. Beierle (2011) חקרה תיירי אופניים בחופשה באורגון, ארה"ב, וממצאה מראים שונות בהוצאות הרוכבים כתלות בגיל ובמטרות הנסיעה. כך, "רוכבי הנוחות" (Cyclists Comfort) צורכים מוטלים ואתרי ביקור לאורך הדרך ומוציאים כ-100 דולר ליום, לעומת "רוכבים מעוטי תקציב" (Cyclists Economy), הלנים בהוסטלים או באתרי קמפינג ומוציאים מעט על אתרי ביקור. בממוצע נמצא, שההוצאות היומיות בקרב הרוכבים היו 58.52 דולר. משמע, לתיירות האופניים יש רכיב כלכלי משמעותי, המשפיע על היעד התיירותי, אך יש לבחון לעומק את פלחי השוק של הרוכבים ומה מתאים לצרכיהם. במדינות מפותחות כמו הולנד, דנמרק או גרמניה, רכיבה על אופניים היא חלק גדול מחיי היומיום בקהילות המקומיות. לא מפתיע, כי אלה הן מדינות תיירות האופניים העיקריות:



רכיבת אופני הרים בצרשביל (סינגל) ביער משמר העמק (צילום: גלי רונן). Singletrack mountain biking in Mishmar HaEmek Forest (Photo: Gali Ronen).

4. ולבסוף, במסגרת סקר הרוכבים 2013 ערכנו משאל לגבי מסלולי הרכיבה הפופולריים בישראל, כדי לזהות איזה מהמסלולים הם הרכובים ביותר והגיעו לתודעה גבוהה בקרב אוכלוסיית הרוכבים.

מתודולוגיה

הממצאים מבוססים על שני סקרי תפישות ועמדות בקרב רוכבי הרים בישראל שנערכו בשתי תקופות זמן שונות.

1. סקר 2006-2005: כלל סקר מקוון, שנערך דרך אתר האינטרנט של מועדון "רוכבי שמשון" והופץ לרוכבים בעזרת המועדון. הסקר הניב 500 שאלונים מלאים. בנוסף, כגיבוי לסקר המקוון, נערך סקר מדגמי באתרי רכיבת הרים בצפון הארץ, בשיטת שאלון – ריאיון (השאלון זהה לסקר המקוון). לסקר זה ענו 100 רוכבים.

2. 2013: סקר מקוון אשר נבנה על פלטפורמת Google Forms והופץ באופן אקטיבי לרוכבים דרך פורומים של אתרי רכיבה ("שוונג", למשל) וקבוצות רכיבה, תוך בקשה המלווה בפנייה אישית להעביר את הסקר לרוכבים נוספים (אפקט "כדור שלג"). הסקר היה פתוח במשך ארבעה חודשים, תוך תמרוץ אקטיבי בפורומים הנ"ל והניב 320 שאלונים נקיים.

הסקרים נותחו בעזרת כלים סטטיסטיים שונים אשר בדקו, בין היתר, את מהימנות הנתונים. קשרים סטטיסטיים בין ממצאים נבדקו בעזרת הצלבות (crosstabs), תוך שימוש בהתפלגויות מתאימות וגזירת מקדמי מתאם ברמת מובהקות מתאימה.

ממצאים: רוכבי ההרים בישראל – מפנאי רציני לתיירות אופניים

רוכבי ההרים בישראל – האם הם עוסקים ב"פנאי רציני"?

גיל וותק

פרופיל הרוכבים מציין דומיננטיות של המין הגברי (כ-94%), למעלה ממחצית הרוכבים (כ-55%) הם בגילאים 36-50, ולמעשה קרוב ל-75% מהם מעל גיל 36. בין שתי תקופות הסקרים ניכרת התבגרות אוכלוסיית הרוכבים (ראו תרשים 1). בהשוואה לנתוני הוותק ברכיבה, ניתן להסיק, שאין מדובר ברוכבים שהתבגרו ואשר במקומם לא הצטרף דור חדש, אלא **בהצטרפות של רוכבים בוגרים** למעגל. מהיבט הכנסה נמצא, כי כ-60% מהרוכבים בעלי הכנסה שהיא למעלה מהממוצע במשק או הרבה מעל הממוצע (כאשר רק כ-18% מהרוכבים בעלי הכנסה קטנה מהממוצע). השכלת חלק הארי של המשיבים היא אקדמית, כ-63%.

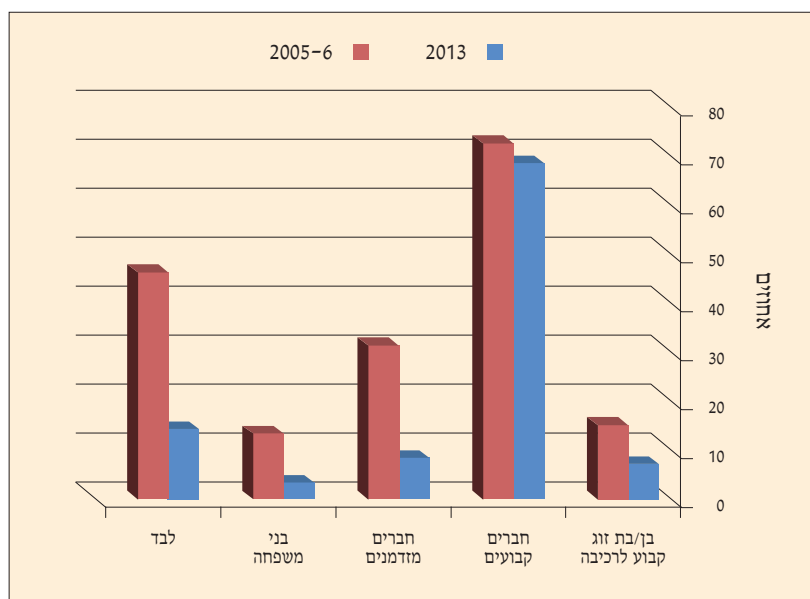


תרשים 1: התפלגות גיל הרוכבים.

קשר לוותק ברכיבה	ציון ממוצע	היגד
p<0.01	4.78	מאז שהתחלתי לרכוב רכשתי ידע ומיומנות בתחום הרכיבה
-	4.59	עם הזמן הכושר הגופני שלי משתפר ומאפשר לי לרכוב במסלולים ארוכים וקשים יותר
-	4.58	עם הזמן היכולות הטכניות שלי משתפרות ומאפשרות לי לרכוב במסלולים טכניים יותר
-	4.12	הרכיבה גורמת לי לתחושה של הישג, הצלחה
p<0.01	4.07	אני מעדיף רכיבה על פני פעילויות פנאי אחרות
-	3.75	הרכיבה תורמת לי ליצירת קשרים חברתיים ולהרגשת שייכות לקבוצה
-	3.53	אני משתדל לשתף את משפחתי בחוויות הקשורות לרכיבה
-	3.51	הדימוי העצמי שלי השתפר בעקבות הרכיבה
-	3.38	אני משתדל להתאים את סדר היום שלי בהתאם לאפשרויות הרכיבה שיש לי
p<0.01	3.37	תמיד עסקתי בספורט. רכיבת אופניים היא בשבילי חלק מכך
p<0.05	3.14	מאז שהתחלתי לרכוב האנשים הקרובים אלי נכנסו גם לתחום
-	2.98	התחלתי לרכוב בעקבות חברים או בני משפחה שכבר עשו זאת

ההיגדים מסודרים בסדר יורד על פי הציון הממוצע.

טבלה 1: ציון ממוצע של ההיגדים פסיכולוגיים של "פנאי רציני" ומתאם לוותק ברכיבה.



תרשים 2: התפלגות החברה עמה רוכבים.

מכאן, שאלו שנוטים להתאים את סדר היום שלהם, עושים זאת גם בימי חול.

ההיבט הפסיכולוגי-חברתי של "הפנאי הרציני", הבא לידי ביטוי בתחושת שייכות, נבדק בשאלה נוספת, אשר שאלה את הנסקרים – בחברת מי הם רוכבים בדרך כלל. 68% מהמשיבים ציינו, שהם רוכבים עם חבורת חברים קבועה, בעוד ש-10% ציינו, שהם רוכבים עם בן משפחה (ראו תרשים 2). השוואה לסקר 2005-6 מראה, ש"חבורת החברים" תופסת כיום מקום חשוב יותר, שכן בשנת 2005-6 הביעו כ-30% מהנשאלים שהם רוכבים עם חברים מזדמנים ולמעלה מ-40% שהם רוכבים לבד, הרי בסקר הנוכחי עולה, ששתי תופעות אלה קטנו באופן משמעותי.

בנוסף, מרבית רוכבי האופניים חברים במסגרת ארגונית מתאימה (כ-63%), לוקחים חלק בפורומים אינטרנטיים (כ-63%), ומשויכים לרשימת תפוצה של מגזין אינטרנטי מקצועי (כ-58%). פלטפורמות אלה מסייעות לרוכבים לשמור על קשר חברתי, כמו גם להתמקצע בתחום.

בהקשר לעיתוי הרכיבה, מרבית המשיבים (58% רוכבים הן באמצע השבוע והן בסופו, זאת, כאשר 40% רוכבים רק בסופו. כמעט שאין כאלה שרוכבים רק באמצע השבוע, תופעה המעידה שכאשר יש זמן פנוי, מנצלים אותו לפעילות "פנאי רציני". בסקר נבחן גם משך הזמן שמוכנים לנסוע הרוכבים מביתם ועד לאתר הרכיבה. מתברר, שהנורמה המקובלת היא עד שעה נסיעה (מעט מעל 90% מהנשאלים), כאשר כשליש מהם יוצאים מהבית על אופניהם, שליש מוכנים לנסוע עד חצי שעה ושליש עד שעה (סך 60% עד חצי שעה). תשובות אלה, תלויות, כמובן, באזורי המגורים ובקרבתם לאתרי רכיבה מתאימים.

כ-50% מהרוכבים הם בעלי ותק של 4-10 שנים. מעבר לכך, בהשוואה בין הסקרים נמצאה עלייה משמעותית בוותק הרוכבים, שפירושה נטייה לראות ברכיבה "פנאי רציני", תחביב הבנוי על מחויבות לטווח ארוך. גם תדירות הרכיבה הגבוהה יחסית, מעידה על התייחסות לרכיבה כ"פנאי רציני", כאשר 67% רוכבים מספר פעמים בשבוע (91% רוכבים לפחות פעם בשבוע). חיזוק למסקנה זו ניתן לראות בבחינת השתנות התדירות לאורך הזמן, כאשר 36% העלו את תדירות הרכיבה. בבחינת הקשר שבין תדירות הרכיבה לבין הוותק נמצא קשר מובהק סטטיסטית, המצביע על מגמת עלייה בתדירות הרכיבה עם גידול הוותק.

שליטה, משמעות ושייכות – היבטים פסיכולוגיים נתפסים על ידי הרוכבים

המאפיינים הפסיכולוגיים של "פנאי רציני", כפי שהוגדרו על ידי Newman, Tay & Diener (2014), הכוללים שליטה, משמעות ושייכות, נבדקו בסקר הרוכבים 2013 על ידי סדרה בת 12 היגדים אשר דורגו בין 1 (לא מסכים כלל) לבין 5 (מסכים מאוד). הממצאים מופיעים בטבלה 1.

מההיגדים עולה באופן ברור, שהדימוי העצמי של הרוכבים קשור בעיקר לידע, מיומנות, כושר גופני וכושר טכני – היגדים המצביעים על מאפיין ה"שליטה". הרכיבה גורמת לתחושת הישג והצלחה בקרב הרוכבים ונתפסת כ"פנאי רציני", תוך קיום עמדות ברורות של "העדפה על פעילויות פנאי אחרות" (מאפיין ה"משמעות"). חיזוק לכך ניתן לראות בטבלה, בבחינת הקשר שבין התשובות להיגדים ובין ותק הרכיבה, שבו נמצאו ארבעה היגדים להם מתאם בינוני ורמת מובהקות גבוהה וגבוהה מאוד, שפירושה, שככל שהוותק עולה גם מידת ההסכמה עם ההיגד עולה. למשל, הוותק ברכיבה משפיע על מרכזיות העיסוק (ההיגד "אני מעדיף רכיבה על פעילויות פנאי אחרות"), בהתאמה לפנאי רציני כ"מוקד עניין מרכזי בחיים" (Elkington & Stebbins, 2014).

בנוסף לכך, נבחן הקשר שבין התשובות להיגדים לבין השינוי בתדירות הרכיבה על פני השנים, ונמצאו לגבי 9 מתוך 12 ההיגדים מתאמים בינוניים מובהקים ומובהקים מאוד, שפירושה שככל שהתדירות עלתה כך גם עלתה מידת ההסכמה עם ההיגדים. שלושת ההיגדים, שבהם לא נמצא קשר מובהק, מתייחסים לרכישת ידע ומיומנות, היכרות עם הרכיבה בעקבות בני משפחה וחברים, ויצירת קשרים חברתיים ושייכות לקבוצה. הקשר שבין ההיגד "אני משתדל להתאים את סדר היום שלי בהתאם לאפשרויות הרכיבה שיש לי" לבין "מתי אני נוהג לרכוב בדרך כלל" (אמצע שבוע, סוף שבוע) נבדק ונמצא מתאם בינוני ומובהק, כאשר בקרב אלה שלא מסכימים להיגד (שתי הדרגות 1, 2) כ-56% רוכבים בסוף השבוע בלבד, זאת לעומת המסכימים (שתי הדרגות 4, 5); כ-61% רוכבים הן באמצע השבוע והן בסופו. ניתן להסיק

מוכנות להתנדב ועמדות כלפי שימור הסביבה

עמדות הנשאלים כלפי התנדבות מלמדות על רצון גבוה מאוד להקדיש זמן לפעילות התנדבותית. כ-74% מוכנים להתנדב, בראש ובראשונה להכשרת שבילים (44%), לאחר מכן לפעילות ציבורית לקידום הרכיבה (27%) ולרכיבה עם בעלי מוגבלויות (26%). הממצאים דומים לאלה של סקר 2005-6, כאשר בסקר הנוכחי אחוז גבוה יותר מציין את נושא הכשרת שבילים, ככל הנראה, עקב הניסיון המצטבר והרצון להרחיב את האופקים לאזורים חדשים. הרוב שמוכן להתנדב מתאים להגדרות התיאורטיות הקיימות בקשר ל"פנאי רציני", המורכב גם מפעילות התנדבותית שמוכן להתנדב מתאים להגדרות התיאורטיות הקיימות לפיתוח שבילים, נחקרו עמדות הרוכבים כלפי פיתוח על פי קריטריונים של קיימות (תוך מזעור נזקים לסביבה). זאת, גם אם המחיר יהיה כרוך בהגבלות מסוימות על הרוכבים. העמדות דורגו בין 1 (לא חשוב כלל) לבין 5 (חשוב מאוד). הציון שהתקבל, 4.17, מראה על חשיבות העניין אצל הרוכבים, זאת בהלימה לסקר שנת 2005-6 בו "מוכנות לפיתוח בר-קיימא על חשבון מגבלות רכיבה" דורג כ"חשוב מאוד" בשכיחות הגבוהה ביותר. ניתן להסביר זאת, מעבר לשיח החברתי המתמשך בנושא זה, באינטרס של שמירת הטבע אשר נמצא בשאלה אחרת כגורם המשיכה המרכזי ("נוף וסביבה טבעית"). בבחינת הקשר בין עמדות אלו לרמת ההשכלה נמצא שעמדות אלה גורפות ללא קשר לרמת ההשכלה. לעומת זאת, נמצא קשר מסוים מובהק ביותר בין העמדות לגיל הרוכב, כך שככל שגיל הרוכב עולה כך עולה החשיבות של פיתוח בר-קיימא.

רוכבי ההרים בישראל כתיירי אופניים

מוטיבציות לרכיבה ותחרויות

אחד המשתנים החשובים לבחינת פוטנציאל תיירותי הוא המוטיבציות ליציאה לטיול/נסיעה תיירותית. הרוכבים נשאלו מהי מטרת הרכיבה ונמצא, כי המטרה כמעט ולא השתנתה

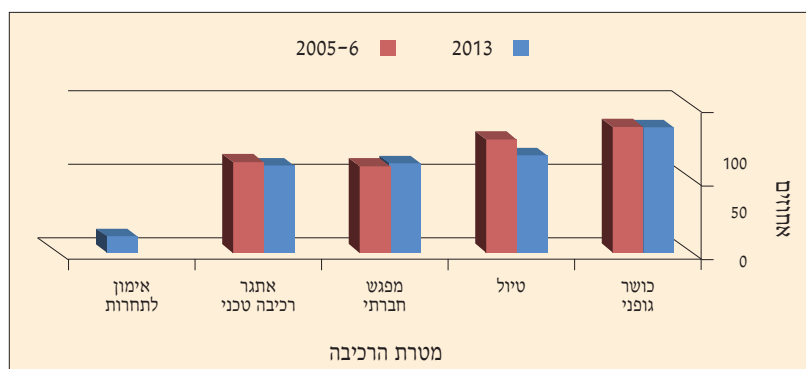
במהלך השנים, כאשר קיימות ארבע קטגוריות דומיננטיות הנעות בטווח של 60%-80% מהמשיבים (הורשו תשובות כפולות): כושר גופני, טיול, מפגש חברתי ואתגר רכיבה טכני. חשוב לציין, שמעט מאוד רוכבים (פחות מ-10%) ציינו, שמטרתם היא אימון לתחרות (ראו תרשים 3). ממצא זה עולה בקנה אחד עם שאלה אחרת שנשאלה, האם הרוכבים מתחרים, ואם כן, האם בארץ או בחו"ל. נמצא כי 82% מהמשיבים אינם מתחרים כלל. מבין היתר, 16% מתחרים בארץ ורק כ-2% מתחרים בחו"ל. בנושא זה נבדק הקשר בין הוותק ברכיבה לבין ההשתתפות בתחרות. נמצא קשר מסוים המובהק סטטיסטית, שמראה שכמות המתחרים עולה עם הוותק, כאשר בשכבת הוותק העליונה (מעל 10 שנים) למרות גודלה הקטן, אחוז המתחרים הוא הגבוה ביותר (ראו טבלה 2). ההשתתפות בתחרויות מראה הן על התמקצעות בתחום (מפנאי רציני ואף פנאי מתמחה) וגם על הפוטנציאל התיירותי. סקרים בנושא תרומתם של אירועי ספורט לכלכלת היעד, הראו מכפילים כלכליים משמעותיים, שכן המתחרים (בכל ענפי הספורט, לאו דווקא אופניים) מלווים לרוב במלווים הן מקצועיים (מאמנים, מנהלי קבוצה, אנשי עיתונות) והן חברתיים (משפחה, חברים ומעודדים). על כן הנתונים מעלה, המלמדים על התמדה בתחום (עלייה בוותק הרכיבה), יחד עם נתון זה, המצביע על אחוז המתחרים הגדל עם הוותק – מצביעים על פוטנציאל תיירותי שעתידי לגדול בתחום תחרויות הספורט בישראל.

גורם נוסף שנחקר הוא אופי השבילים שבהם מעוניינים הרוכבים. התשובות של הסקר הנוכחי תאמו את הסקר של שנת 2005-6, אשר מעיד על כך, שהטעמים לא השתנו בבחירה (ראו תרשים 4). מהממצאים עולה, שקיימת העדפה לאתגר מסוים (גורם המתאים להגדרות "פנאי רציני"), המתבטא, בין השאר, בשתי הקטגוריות המובילות של בחירת סינגלים עם אתגר טכני מועט ושבילי עפר עם קושי טכני. ראוי לציין, שמעט מאוד נשאלים ענו שהם מעדיפים free ride/down hill.

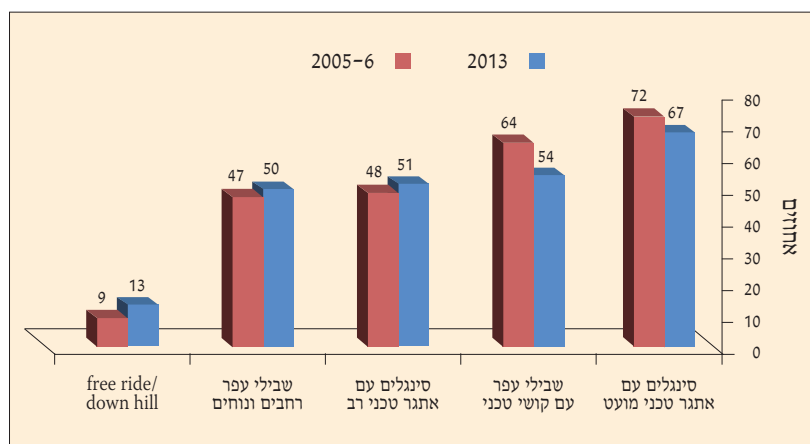
קבוצת ותק	גודל קבוצה	מספר מתחרים	אחוז מתוך שכבת הגיל
שנה ראשונה	18	0	0.0%
1-3	66	11	16.7%
4-10	158	17	10.8%
מעל 10	64	16	25.0%
סה"כ	306	44	14.4%

N=306

טבלה 2: ותק ברכיבה אל מול השתתפות בתחרות.



תרשים 3: התפלגות מטרת הרכיבה.

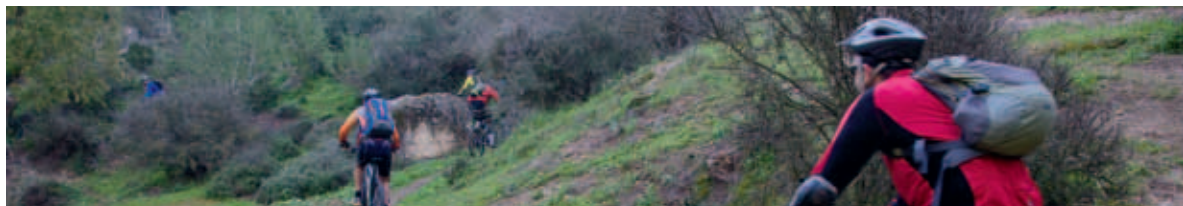


תרשים 4: התפלגות העדפות לאופי השבילים.

מצפים לתשתיות תיירותיות מתאימות בקרבת השבילים. ככל הנראה, הסתירה נובעת מכך, שהתעוררות התופעה של חופשת אופניים נמצאת עדיין בחיתוליה.

מאפיין	ציון ממוצע
נוף וסביבה טבעית	4.51
מגוון המסלולים ביעד	4.19
קרבת האתר לביתי	3.44
מפת שבילי אופניים של האזור	3.38
מוניטין האתר	3.13
נוכחות של רוכבים נוספים ביעד	3.07
תחרות ואירועים שונים	2.56
חנות השכרת אופניים, ציוד נלווה ותיקונים	2.49
מסעדות ובתי קפה בקרבת היעד	2.46
אפשרויות לינה	2.43
שירותים ציבוריים	2.39
מקלחות ציבוריות	2.14
מגוון פעילויות נוספות לכל המשפחה	2.12

טבלה 3: דירוג חשיבות הגורמים להצלחתו של אתר לרכיבת אופני הרים.

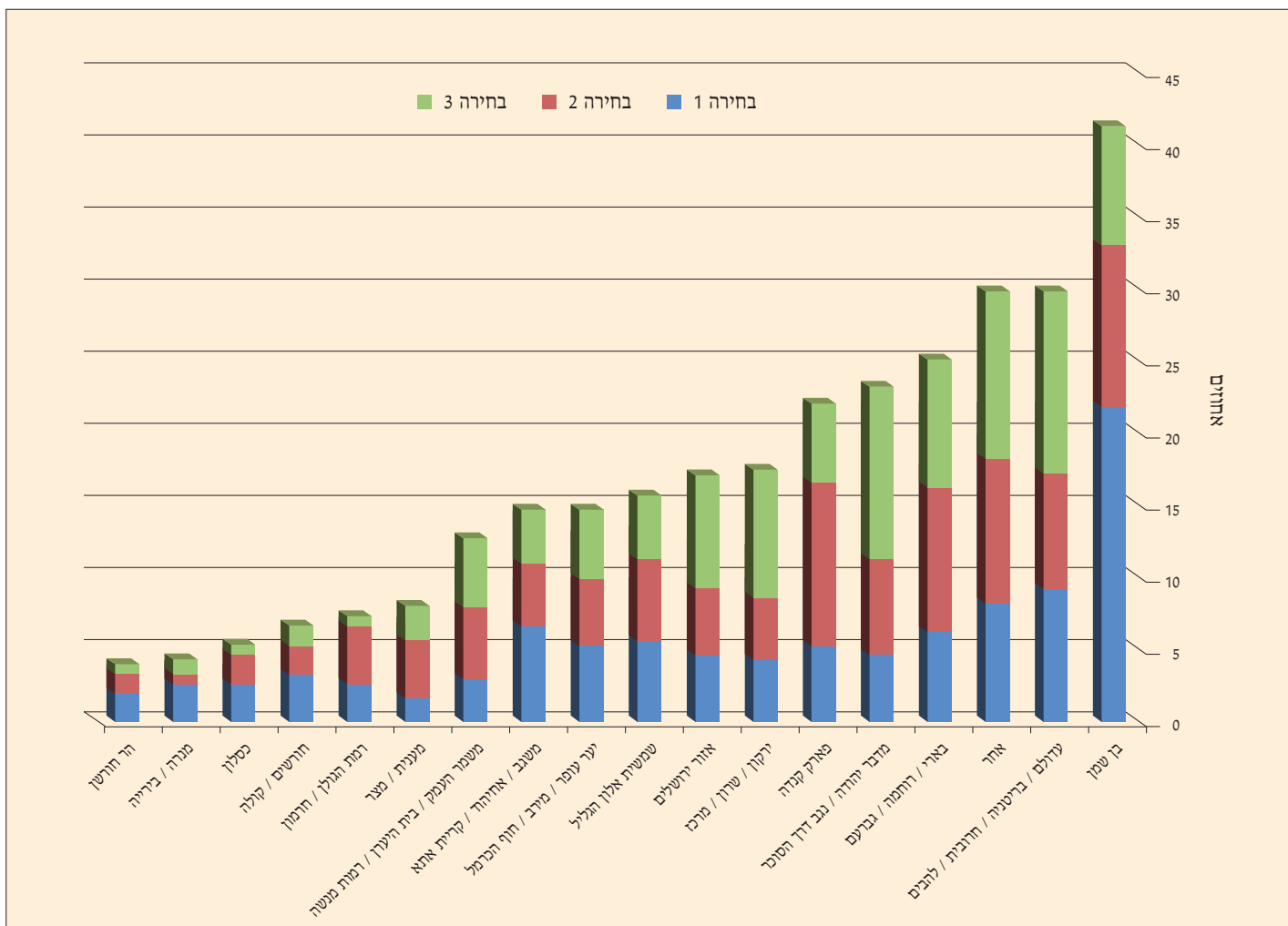


רוכבי ההרים כתיירי אופניים

מהו הביקוש לחופשות אופניים בקרב הנסקרים? הרוכבים נשאלו על שהייתם בחופשת רכיבה בארץ או בחו"ל, הן חופשה ששילבה רכיבה והן כזו שמטרתה רכיבה. בהשוואה לממצאי שנת 2005-6 נמצא, כי סך היוצאים לחופשת רכיבה עלה מ-44% ל-54%. אחוז היוצאים לחופשה בארץ עלה מ-30% ל-55% ואילו אחוז היוצאים לחופשה בחו"ל עלה מ-11% ל-33% (התאפשרו תשובות כפולות). בשני המקרים, הן בארץ והן בחו"ל, החופשה שמטרתה רכיבה דומיננטית יותר מחופשה ששילבה רכיבה, שפירושו, שאכן מטרת התיור המרכזית הייתה רכיבה. ניתן להסיק על מגמה עולה בתיירות רכיבה, הנובעת ככל הנראה מהמגמה העולה של רכיבת אופניים כ"פנאי רציני". המשמעות עבור שירותי התיירות היא בעלת חשיבות עליונה, שכן נמצא שקהילת רוכבי ההרים המנוסים בישראל צורכת, עם התפתחות הענף, יותר חופשות אופניים. גם היוצאים לחופשה בחו"ל הופכים מודעים יותר לפלח תיירות זה. המשמעות היא, שזהו קהל פוטנציאלי לחופשות אופניים בישראל. מנגד, זהו פלח שוק מנוסה ובר-יכולת השוואה לסטנדרטים בחו"ל ועל כן ידרוש סטנדרטים דומים בחופשתו בישראל.

עמדות, העדפות וצרכים של רוכבי האופניים מיעדי הרכיבה

בשלב זה של הסקר נשאלו הרוכבים לגבי חשיבות הגורמים והתשתיות להצלחתו של אתר לרכיבת אופני הרים, כאשר התבקשו לדרג כל גורם מבין 13 הגורמים שהוצגו בסקלה בין 1 (לא חשוב כלל) לבין 5 (חשוב מאוד). הממצאים (ראו טבלה 3), מצביעים על כך, ש"נוף וסביבה טבעית" הם הגורם הדומיננטי ביותר להצלחת היעד ולאחריו "מגוון המסלולים ביעד". הרוכבים מעדיפים מסלולים הקרובים לביתם ושיהיה בסיס מידע לניווט במסלול. בהקשר התיירותי נמצא, כי הרוכבים אינם רואים חשיבות לפיתוח תשתיות שונות לפנאי ונופש ולשירותי אופניים. ניתן להסביר חלק מהממצאים בכך, שהמרחקים בארץ קטנים (ראו למעלה חשיבות הקרבה לבית וכן העובדה שמרבית הרוכבים יוצאים למסלול במרחק של עד שעה נסיעה) ולכן הצורך בשירותים שונים קטן ביותר. עם זאת, נתון זה מהווה לכאורה סתירה להיקף הרוכבים היוצאים לחופשת אופניים, כפי שנמצא בממצאים לעיל, אשר ניתן להניח שבחופשתם הם



תרשים 5: דירוג אתרי הרכיבה לפי פופולריות.

תחרות אתר הרכיבה הפופולרי בישראל

הארץ). אפשר להסיק, שהמסלולים הפופולריים ביותר הם גם התדירים ביותר לשימוש והם לרוב בקרבת הבית. ממצא זה מתאים למתואר קודם בהקשר לנכונות לזמן נסיעה מרבי מהבית לצורך רכיבה של לא יותר משעה, כאשר הרוב מעוניין בנסיעה של עד חצי שעה.

סיכום

ענף רכיבת אופני הרים בישראל הולך ומתפתח בשנים האחרונות, במקביל להתפתחות הענף בעולם, זאת כאשר חלק ניכר מהמאפיינים של הענף, כפי שנמצאו בסקר, דומים למגמות העולמיות. מהיבט פרופיל הרוכבים ניתן לראות, שבעשור האחרון הענף הולך ומתבגר מבחינת גיל הרוכבים וגם מבחינת הוותק ברכיבה. גילאי הרוכבים אמנם דומים למקובל בעולם, אך פירושו של דבר, שקיימת בעיה של משיכת

בסקר 2013 התבקשו הנשאלים לדרג את אתר/מסלול הרכיבה הפופולרי ביותר מבחינתם, תוך ציון המקום הראשון, השני והשלישי. האתר הפופולרי ביותר (ראו תרשים 5) הוא יער בן שמן (למעלה מ-20% סימנו אותו במקום הראשון, ובסך הכול סומן על ידי למעלה מ-40% מהרוכבים). יש לציין בהקשר זה, ששאלה זו הייתה שאלה פתוחה והמשיבים רשמו לעתים את שם המסלול ("בן שמן אדום", "סינגל הרצל" "דרך הסוכר") ולעתים את שם האזור/אתר ("בן שמן", "הכרמל"). התשובות קובצו יחדיו (כל המסלולים ביער בן שמן, כל המסלולים בכרמל וכן הלאה). במקומות הבאים, לאחר בן שמן ובהפרש גדול מופיעים מסלולים מאזור השפלה הפנימית, צפון הנגב, מדבר יהודה ופארק קנדה. ניתן לשים לב, שכל שמצפינים, פופולריות האתרים יורדת, זאת עקב דלילות האוכלוסייה באזורים אלה והמרחק מריכוזי האוכלוסין העיקריים (מרכז

תיירות אופניים – יזמות בשטח:

מרבית הרוכבים עושים זאת עד שעה נסיעה מהבית. עם זאת, במהלך השנים חלה עלייה ביציאה לחופשות אופניים הן בארץ והן בחו"ל. השוק היזמי והעסקי מגיב לביקוש: ניכר גידול בחברות נסיעות המתמחות בטיולי אופניים בחו"ל ובישראל ונפתחים שירותי תיירות שהם (Bike Friendly): בתחום האכסון; צימרים, מלונות אופניים כמו ibike במצפה רמון, אירוס המדבר בירוחם, ועוד; מרכזי שירות, הכוונה והתרעננות בשטח כגון "מרכז שטח אלון הגליל" או "למדווש" בבארי; שירותי הסעדה שהיקף פעילותם קיבל תנופה בעקבות העלייה ברוכבים ("בר בהר", מסעדות ובתי קפה בנקודות חניה ויציאה למסלולים פופולריים) או שהוקמו בעקבות הביקוש למסלולים על ידי הרוכבים – לדוגמה "תחנת קפה"; קרון נייד המוצב בתחנת הרכבת המשופצת בכפר יהושע, המהווה מקום מפגש לאחר הרכיבה.

"משמעות"). היבטי ה"שייכות" נמצאו חשובים מאוד ולמעשה רוכב ההרים הישראלי רוכב בעיקר עם קבוצת חברים קבועה. העמדות לגבי פיתוח שבילים, על פי עקרונות של תיירות בת-קיימא, מראות על חשיבות מרובה כאשר נותרו יציבות לאורך השנים (כ-80%). ניתן לשער, שהדבר נובע הן מהמקובלות של השיח הציבורי ה"ירוק" והן מכך, שגורם המשיכה העיקרי בליבת המוצר הוא הטבע והנוף. בנוסף לכך, נמצא שלמרבית רוכבי האופניים רצון לעסוק בפעולות התנדבות הקשורות לרכיבה הן בתחום הפיזי והן בתחום החברתי, ממצא שעולה בקנה אחד עם המוכר בספרות בהקשר ל"פנאי רציני". לסיכום נראה, שקיימת מגמה מתמשכת של "התמקצעות" הענף של רכיבת אופני הרים בישראל, הן לאימוץ מדדים של "פנאי רציני" והן לביסוס הנושא של תיירות אופניים וחופשות רכיבה.

הדור הצעיר לענף. הענף מצטייר כנישה אליטיסטית, הנשענת ברובה על המין הגברי, עם רמת השכלה גבוהה ורמת הכנסה גבוהה, ממצאים הדומים לקיים בעולם. נישה זו מבוססת על מעגל חברתי, שהוא אחד המאפיינים המשמעותיים ביותר, הכולל רכיבה בחברת חברים קבועים ולא דווקא בחברת בני משפחה. זאת, כאשר הרכיבה לבד או עם חברים ארעיים פחתה במהלך העשור האחרון. מבחינה זו, אפשר למצוא שוני מסוים בין הנעשה בארץ לבין התופעה העולמית שנסקרה בחלק התיאורטי, כאשר בעולם ניתן להבחין בשילוב של יציאה לרכיבה הן עם חברים והן עם משפחה.

אחד המאפיינים הבולטים ברכיבת אופניים הוא תפישתה כ"פנאי רציני" בשני הסקרים, עם מאפיינים דומים לנחקר בעולם. דבר זה מתבטא במספר מאפיינים ועמדות, כמו: תדירות רכיבה גבוהה והשתנות התדירות לאורך זמן, ותק ברכיבה ומחויבות לאורך שנים, עלייה מתמדת למדרגה נוספת ברמת ההתמחות הבאה לידי ביטוי בידע הנצבר, רכיבה טכנית מתונה עם אתגר מסוים, וקיום עמדות ברורות של "העדפה על פעילויות פנאי אחרות" ועל "התאמת סדר היום בהתאם לאפשרויות הרכיבה". בנוסף לכך, מרבית הרוכבים חברים במסגרת ארגונית מתאימה, וכפי שהספרות המקצועית מגדירה, מפתחים הזדהות וקוד התנהגותי. עם זאת, חלק הארי של הרוכבים אינם מתחרים ולא רואים ברכיבה ספורט תחרותי, מעט שונה מהקיים בעולם.

גורמי המשיכה לאורך השנים קשורים באתר הרכיבה עצמו, כאופי האתר (מוניטין), טבע ונוף, מגוון שבילים וקרבה לבית. שירותי תיירות אחרים ושירותי דרך (מקלחות, לינה, תיקונים) נתפסים כלא חשובים, בניגוד למה שמצביעה הספרות העולמית. אחת הסיבות לכך היא, שפעילות הרכיבה נתפסת ברובה כפנאי ליד הבית ולא כתיירות, אם כי ניתן לראות מגמה עולה בעשור האחרון של גידול בחופשות רכיבה, הן בארץ והן בחו"ל וכן בדומיננטיות בחופשות שמטרתן רכיבה, יחסית לחופשות המשלבות רכיבה, כפי שהספרות מצביעה על הקיים בעולם. בחינת הדימוי העצמי של הרוכבים מעלה קשר בעיקר להיבטים טכניים-ביצועיים (היבטי "שליטה"), כגון ידע, מיומנות, כושר גופני וכושר טכני ולמרכזיות העיסוק בחיי הרוכבים, העולה עם הוותק (היבטי

מקורות

רוה, פ. (2010). אפיון אוכלוסיית רוכבי אופני הרים בשטחים פתוחים בישראל. עבודת גמר, אוניברסיטת חיפה, החוג לגיאוגרפיה וללימודי הסביבה.

רוזנברג, ר. (2015). "מאות ק"מ של שבילי אופניים מחכים לתיירים בישראל". *The Marker*, 8.12.2015, <http://www.themarker.com> /1.2794403

זוסמן, ה. ופלד י. (2010). שביל ישראל לאופניים – דו"ח שלב א'. רשות הטבע והגנים, משרד התיירות וקק"ל. http://www.ibt.org.il/shlav_a.pdf

קולינס-קריינר, נ. ורוה, פ. (2012). רכיבת אופניים בישראל: מאפייני הביקוש של הרוכבים על אופני הרים. קק"ל. http://www.kkl.org.il/files/HEBREW_FILES/professional_materials/bicycle.pdf

- Arnold, M., Dawson, A. Djacic, M., Hives, S., McKenna, J. & St. Arnaud, M. (2012). *Impact of cycling tourism on Ontario*. Ryerson University. Retrieved from http://www.transportationoptions.org/uploads/8/7/2/0/8720033/impacts_of_cycle_tourism_in_ontario_-_ryerson_report_2012.pdf
- Beierle, H. (2011). Bicycle tourism as a rural economic development vehicle. *Oregon Governor's Conference on Tourism*. <http://hdl.handle.net/1794/11679>
- Benckendorff, P. (2006). Attractions megatrends. In: Buhalis, D. & Costa, C. (Eds.), *Tourism Business Frontiers*. Oxford: Elsevier.
- Bull, C.J. (2006). Racing cyclists as sports tourists: The experience and behaviors of a case study group of cyclists in East Kent, England. *Journal of Sport and Tourism*, 11 (3): 259–274.
- Chang, H. & Chang, H. (2003). A strategic study of bicycle tourism in Taiwan. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5: 1675–1685.
- Elkington, S. & Stebbins, R.A. (2014). *The serious leisure perspective*. London: Routledge.
- Federal Ministry of Economics and Technology and Federal Association of the German Tourism Industry (2012). *The economic impact of Germany's tourism industry, key figures from a high-revenue, cross-sectoral industry*. Retrieved from: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/the-economic-impact-of-germanys-tourism-industry,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf>
- Faulks, P., Ritchie, B. & Fluker, M. (2007). *Cycle tourism in Australia: An investigation into its size and scope*. National Library of Australia. Retrieved from <http://www.sustainabletourisonline.com/parks-and-culture/nature-based-tourism/forms-of-nature-based-tourism/cycle-tourism>
- Green, C. & Jones, I. (2005). Serious leisure, social identity and sport tourism. *Sport in Society*, 8 (2): 164–181.
- Gibson, H. (2005). Sport tourism: Concepts and theories. An introduction. *Sport in Society*, 8 (2): 133–141.
- Henley Centre HeadlightVision and Amadeus (2007): *Future traveller tribes 2020*, Report for the Air Travel Industry. <http://www.amadeus.com/documents/future-traveller-tribes-2020>
- Lamont, M. & Buultjens, J. (2011). Putting the brakes on: Impediments to the development of independent cycle tourism in Australia. *Current Issues in Tourism*, 14 (1): 57–78.
- Keeling, A. (1999). *Cycle tourism*. Retrieved from <http://www.sustrans.org.uk/assets/files/Info%20sheets/ff28.pdf>
- Lee, C. & Huang, H. (2012). The attractiveness of Taiwan as a bicycle tourism destination: A supply-side approach. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 19 (3).
- Morpeth, N.D. (2004). Small firms and the principals of sustainable tourism: The case of cycle tourism. In Thomas, R. (Ed.), *Small firms in tourism: International perspectives* (pp. 215–223). NY: Elsevier.
- Meschik, M. (2012). Sustainable cycle tourism along the Danube Cycle Route in Austria. *Tourism Planning & Development*, 9 (1).
- Newman, D. B., Tay, L. & Diener, E. (2014). Leisure and subjective well-being: A model of psychological mechanisms as mediating factors. *Journal of Happiness Studies*, 15: 555–578.
- Pucher, J & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28 (4): 495–528.
- Richie, B.W. (1998). Bicycle tourism in the South Island of New Zealand: Planning and management issues. *Tourism Management*, 19 (6): 567–582.
- Roche, S., Spake, D.F. & Joseph, M. (2013). A model of sporting event tourism as economic development. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 3 (2): 147–157.
- Scott, D. & Shafer, C.S. (2001). Recreational specialization: A critical look at the construct. *Journal of Leisure Research*, 33 (3): 319–343.
- Stebbins, R.A. (2007). *Serious leisure: A perspective for our time*. New Brunswick and London: Transaction Publisher.
- Weed, M. & Bull, C. (2004). *Sports tourism: Participants, policy and providers*. NY: Elsevier.
- Worthington, B. (2005). Sex and Shunting. *Tourist Studies*, 5 (3): 225–246.

מורד נחל לבנים – סופו של בית גידול ייחודי

ניר הר¹, אבירם צוק¹, שמעונה סבג¹, אילנה פרידמן¹, שושי טרוגין² ועמרי בונה³

¹ מרחב צפון, קק"ל

² המחלקה המשפטית, קק"ל

³ המדען הראשי, קק"ל

nirh@kkl.org.il

תקציר

מבוא

בימים אלה הולך ונסלל פרויקט תת"ל 30 (מע"צ, 2010), שבמסגרתו מורחב הכביש מצומת גולני לצומת עמייד ומוקם מחלף בצומת נחל עמוד (קדרים). הסוללות בנחלי עמוד, עכברה וצלמון, פורקו והוחלפו בגשרים כדי לאפשר מעברים אקולוגיים חופשיים. את עיקר הפגיעה ספג ערוץ נחל לבנים הצמוד למחלף, כש-740,000 מ"ק מעודפי העפר של פירוק הסוללות של נחל עמוד ונחל עכברה הועברו אליו ליצירת סוללה רחבה, שמכסה שטח נרחב מאפיק הנחל וגדותיו. קק"ל ניהלה מאבק להעברת גשר עילי גם בנחל זה, שהסתיים בהכרעת בג"צ שלא מצא לנכון להתערב בשיקולי המדינה (פסטרנק, 2011). ערכנו סקר-מחקרי אקולוגי בקטע זה של הנחל, שגילה לנו חלקת ארץ ייחודית (הר, 2011). מאמר זה ינציח את המקום שנעלם ברובו תחת סוללת הכביש החדש. הנחל מהווה מעבר אקולוגי בכיוון מזרח-מערב מהחורש אשר במעלה הנחל באזור מע'ר, דרך היער הים-תיכוני, ועד ליער הפזור דמוי הסוואנה שבמורדות לכיוון הכנרת. כאן בדיוק חל המעבר מהיער הים-תיכוני המעורב אל סוואנות השיזף, המלווה במגוון ביולוגי גבוה המאפיין אזורי מעבר. כאן גם נמצא היער הטבעי של הלבנה הרפואי שעל שמו נקרא הנחל (ביטן, 2012).

מבנה השטח, סלע וקרע: נחל לבנים מגיע מכיוון דרום-מערב בשיפוע זרימה של 3% ושיפוע מדרונות (מפנה צפוני ומפנה דרומי בקירוב) של כ-19%. תחום הגבהים הוא 30-130 מ' מעל פני הים. השטח בכללותו נוטה בהדרגה מזרחה לכיוון מורד נחל עמוד והכנרת. השטח נמצא בשיפולים המזרחיים של הקמר הגיאולוגי של הגליל, מרביתו על הדולומיט של תצורת סכנין (קנומן, חבורת יהודה), עובר מזרחה לאבן גיר של תצורת בע'נה (טורון, חבורת יהודה), לקירטון של תצורת מנוחה (חבורת הר הצופים) עם קטעים קטנים של בזלת עמוד (חבורת טבריה, נאוגן) ובהמשך לקירטון של תצורת תמרת (אאוקן) (בוגוש וסנה, 2008). (ראו מפה 3).

נערך סקר מחקרי אקולוגי בקטע של מורד נחל לבנים כבסיס למאבק לשימור המקום ולפתיחת מסדרון אקולוגי לאורך הנחל, כך שתפורק הסוללה החוצה אותו כחלק מהעבודות להרחבת כביש 65 והקמתו של מחלף נחל עמוד. המאבק, שכלל הגשת עתירה לבג"צ, לא צלח, אולם בתכנון המפורט ובביצוע צומצמה מעט מידת הפגיעה. תיעוד השטח מהווה עדות אחרונה לבית הגידול הייחודי הזה, שנפגע בצורה קשה. במסגרת הסקר הוגדרו ומופו שבעה טיפוסים של יער פתוח, הגדלים בהתאמה למערכת המסלע והקרע, לפנות המדרון ולמיקום ביחס לערוץ. טיפוסי היער שנמצאו הם לבנה רפואי ואלת המסטיק, הגדלים בתנאים משופרים יחסית על דולומיט במפנה הצפוני; שלושה טיפוסי יער בשליטת חרוב על דולומיט במפנה הדרומי ועל אבן גיר במפנה הצפוני; יער אורן וחרוב; בוסתן; יער פתוח דמוי סוואנה של שיזף מצוי בקרבת הערוץ במערב השטח, המתפרס במזרח גם במדרונות על מסלע יובשני יחסית. גם הרכב המינים המלווים מתבטא בהתאם למסלע ולמיקום. כמו כן, נצפתה פעילות של יונקים, עופות ופרפרים בהתאמה לטיפוסי הצומח ולמבנה הנחל והמדרונות, ומגוון ביולוגי גבוה של תחומי מעבר.

לאורכו של נחל לבנים חלים מעברים הדרגתיים מחורש של אלון מצוי במעלה הנחל, ליער ים-תיכוני הנשלט על ידי חרוב, לבנה ואלה א"י, ועד ליער הפתוח דמוי-הסוואנה של השיזף המצוי. הקטע שנסקר הוא תחום המעבר מהיער הים-תיכוני לסוואנת השיזף. כאן נמצא יער הלבנה שכבר נפגע בחלקו על ידי סוללת הכביש הקיימת. הנחל מהווה מעבר אקולוגי בכיוון מזרח-מערב מהרי הגליל אל המורדות שבכיוון הכנרת.

מילות מפתח: יער ים-תיכוני, סוואנת שיזף, לבנה רפואי, בתי גידול, מעבר אקולוגי, תת"ל 30 (תכנית תשתיות לאומית), נחל לבנים, מחלף נחל עמוד.



תמונה 1: נחל לבנים בשטח שיועד לכיסוי – שינוי הצומח ממערב למזרח, מבט מצפון.

2. הכרת בתי הגידול, תוך לימוד היחס שבין המינים של הצומח הטבעי לבין מבנה מערכת הקרקע והסלע ומיקום השורשים (הר, 2010).
3. זיהוי בעלי חיים הנמצאים בשטח והשלמת מידע מסקרים קודמים באזור (רמון, רפפורט, שיצר וחוב', 2001).
4. בחינת משמעות בתי הגידול והמכלול האקולוגי.

שיטת העבודה

1. רישום צומח מלא עם אחוזי כיסוי של המינים וצורות החיים. הגדרה של יחידות צומח על פי המדריך למיפוי צומח בישראל, הנותן עדיפות לצורות החיים הגבוהות יותר השולטות בשטח (סבר, לשנר, רמון וחוב', 2014).



תמונה 2: יער הלבנה הרפואי בעת הבלוב.
Fig. 2: Budding leaves on *Styrax officinalis* trees (Livnim) at the site in spring.



Fig 1: Vegetation changes across the Livnim Stream from west to east. View from the north.

על דולומיט טרשי של תצורת סכנין (תמונות 2, 3). הדולומיט נוטה לבליה קרסטית וטרשית ובחללים הקרסטיים נוצרו כיסי קרקע טרה-רוסה עמוקים (שלמון, 1982; Herr, Frumkin & Azaiza, 2002). כביש 65 על הסוללה הישנה כבר חצה את היחידה והיא ממשיכה מזרחית לכביש. בולט כאן גם עץ גדול של אלון התבור.

תוצאות ודיון

צומח: הוגדרו שבע יחידות צומח של יער (ראו טבלה 1, מפות 1, 2, 3 ותמונה 1).

יער פתוח של לבנה רפואי עם אלת המסטיק: במפנה הצפוני במדרון היורד מהכתף של תחנת הדלק עד לקרבת ערוץ הנחל,

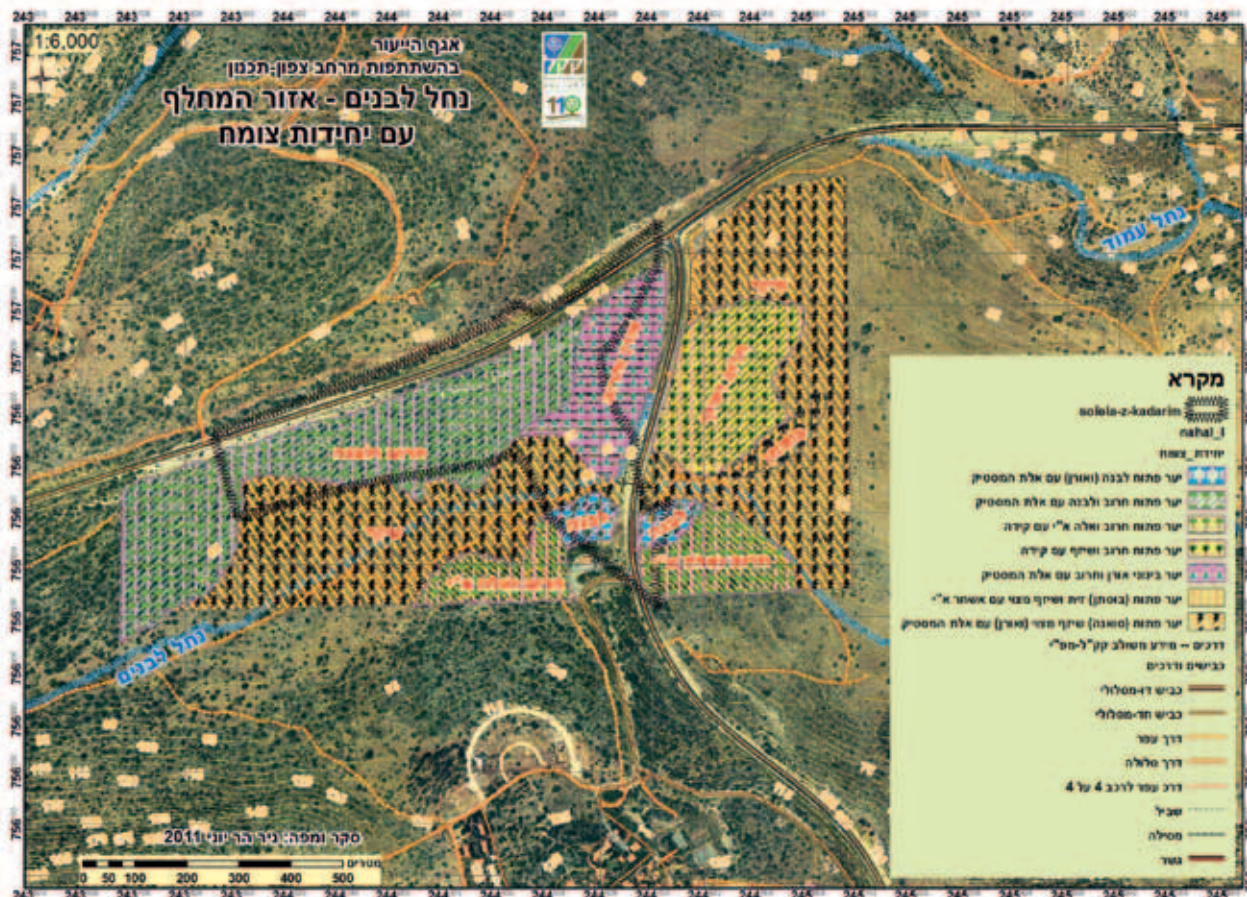
תמונה 3: לבלוב ופריחה של הלבנה הרפואי.

Fig 3: Budding and flowering in *Stirax officinalis*.



מפה 1: יחידות הצומח בשטח המיועד לכיסוי.

Map 1: The vegetation units (see details in Table 1) and the planned embankment in the mapped area.



מפה 2: אורתופוטו של סביבת השטח המיועד לכיסוי עם סימון יחידות הצומח.

Map 2: The vegetation units on an orthophoto.



הדרומי. אורן קפריסאי (ברוטיה) ואורן הצנובר ניטעו ב-1996 והתקבל יער מעורב.

יער פתוח (דמוי-סוואנה) של שיזף מצוי ואלת המסטיק: מערבית לכביש 65 לאורך קו הערוץ ובגדותיו ברוחב של 100-300 מ'. הקרקע העמוקה יחסית מתאימה לשיזף ולעשבונים, ופחות למיני הלבנה, החרוב והאלה, שנוכחותם היא בעיקר במרחק מסוים מקו הערוץ. גם יחידה זו כבר נקטעה על ידי הסוללה הישנה של הכביש, ומזרחית לו היא עולה ומכסה את כל השטח הגבעי. נראה שהמעבר ההדרגתי מהדלומיט לאבן הגיר ולאחר מכן לבזלת ולקירטון מנוחה גורם להפחתה במיני היער הטבעי ונותן עדיפות לתצורת הסוואנה של עצי שיזף פזורים. יחידות השיזף מגיעות כאן בקירוב עד קו גובה של כ-75 מ' מעל פני הים. השיזף הוא עץ ממוצא טרופי, חובב חום, ששולט משני צידי בקע הירדן בגבהים נמוכים וקרקע עמוקה יחסית (ויזל, פולק וכהן, 1978; רבינוביץ-וין, 1986; רמון וחוב', 2001) וכאן נוצרו תנאים מיטביים לגידולו.

יער פתוח (בוסתן) של זית, שיזף מצוי עם אשחר א"י: זו יחידה קטנה וצרה הנמצאת על נארי שמכסה קרטון של תצורת מנוחה. ככל הנראה, ניטע כאן בוסתן בעבר, המתבטא בעצי הזית והשקד.

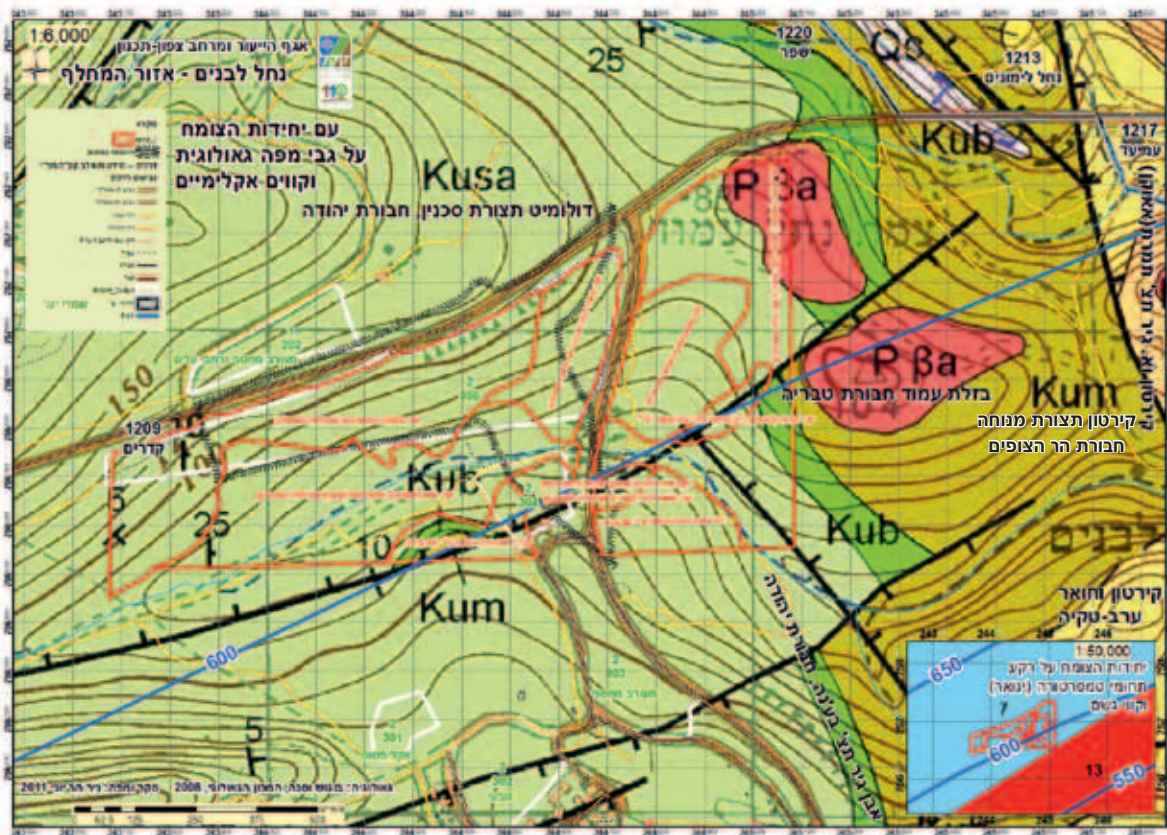
מבט נוסף הלאה מזרחה: נחל עמוד בקטע זה עובר דרך הקירטון הקשה של תצורת מנוחה, המתבטא כאמור במיעוט

יער פתוח של חרוב ואלה א"י עם קידה שעירה: במפנה הצפוני ליד יחידת הלבנה על אבן גיר קרטונית מתצורת בע'נה, נמצאים חרוב ואלה א"י בליווי שיחים של קידה שעירה. באבן הגיר המערכת הקרסטית פחות מפותחת ותנאי הגידול פחות טובים (Herr, Frumkin & Azaize, 2002), דבר שמתבטא בהיעדר הלבנה הרפואי ובכיסוי המועט של אלת המסטיק.

יער פתוח של חרוב ולבנה עם אלת המסטיק: במרבית השטח של המפנה הדרומי. הסלע דומה בקירוב לזה של יער הלבנה, והמפנה הדרומי היובשני מאפשר את שליטת החרוב. בשכבת השיחים עולה הכיסוי של אשחר א"י, המבטא גם הוא את היובשנות היחסית של בית הגידול.

יער פתוח של חרוב ושיזף עם קידה שעירה: מזרחית לכביש 65 במפנה הדרומי. הוא מהווה המשך ליחידת החרוב והלבנה עם אלת המסטיק. המיקום כאן הוא בתצורת סכנין, בסמוך למעבר לתצורת בע'נה ונראה שביט הגידול כאן יובשני יחסית. בסביבה זו השיזף נפוץ על הגבעות והוא מחליף את האלה כמלווה של החרוב, וקידה שעירה מחליפה את אלת המסטיק כמרכיב השיחוני העיקרי. בולטת נוכחותו של חבלבל השיח בשכבת בני השיח המעטים.

יער בכיסוי בינוני של אורן וחרוב עם אלת המסטיק: גם הוא בסמוך ליחידת החרוב והלבנה ואלת המסטיק שבמפנה



מפה 3: יחידות המיפוי על גבי מפה גאולוגית. בפינה למטה מוצגות היחידות על מפה של קווי גשם וטמפרטורה ממוצעת. **Map 3:** The vegetation units on a geological map.



תמונה 4: משפחה של שפני סלע מול ענף של שיזף מצוי.

Fig 4: Rock hyrax (*Procapra capensis*) facing a *Ziziphus spina-christi* branch.

יער מיוחדת זו ותחסום לתמיד מעבר אקולוגי חשוב זה. לטענת קק"ל, על פי העקרונות התכנוניים והסביבתיים שהוחלט עליהם על ידי הוועדה לתשתיות לאומיות (להלן: "הות"ל"), מציעה תת"ל 30, בין היתר, לפרק רק שלוש סוללות עפר גדולות קיימות – שבוצעו בעבר על מנת לאפשר את הקמת הכביש וחוסמות היום את הנחלים עמוד, צלמון ועכברה – ולהמירן בגשרים.

בנוסף לכך, תת"ל 30 הציעה הקמת מחלף בצומת המחבר את דרך 65 עם דרך 85, אשר ייקרא "מחלף נחל עמוד", שיתוכנן לקום בין השאר באמצעות עודפי העפר אשר יגיעו מפינוי הסוללות של נחל עמוד, צלמון ועכברה. הקמת סוללה חדשה בצומת המחבר את כביש 65 עם כביש 85 תביא להריסת הקטע הייחודי הנדון של נחל לבנים.

קק"ל גם טענה, שמקובל על כולם, כי פתיחת הנחלים במסגרת תת"ל 30 למעבר מטיילים ומיני בעלי חיים ממתנת את ההשפעות ההרסניות שיש להרחבת הכביש ולהקמת מחלפים חדשים לאורכו על הסביבה הרגישה, שבה היא עוברת. עם זאת, לדעת קק"ל, לא ניתן לפתור בעיה קיימת של סוללות גדולות החוסמות נחלים והורסות את הטבע על ידי הקמת סוללה חדשה שתחסום נחל אחר – קרי, חסימת נחל לבנים, שלא רק שלא זוכה לגשר, אלא מערימים עליו חומר נוסף, שיהרוס את הנחל ואת היער שסביבו – ואין מתקנים עוול בעוול. עוד טענה קק"ל, שהצעתה להעביר את עודפי החפירה לשיקום מחצבות באזור העבודה של תת"ל 30 כלל לא נבחנה.

בנוסף לכך, נטען על ידי קק"ל, כי לאחר שהיועץ האקולוגי של הפרויקט קבע, כי קיימת חשיבות לשמירת תפקודו של נחל לבנים כציר אקולוגי מקומי ומבחינה זו קיימת עדיפות ליצירת מפתח גדול ככל הניתן באזור הנחל, יש לאפשר

צומח מעוצה. מסביבת נחל עכברה אנו עוברים לתצורות של חבורת עבדת מהאאוקן. אבן הגיר הסדוקה של תצורת בר כוכבא עם קרקע הטרסה רוסה האדומה הקאוליניטית יוצרת בית גידול יובשני (רבינוביץ-וין, 1986; רמון וחוב', 2001), שבגליל התחתון יכול להחזיק רק תצורות צומח עשבונות. על תצורת תמרת במופע קירטוני (לקראת כחל) יופיע יער אלון התבור במפנה צפוני, שם הוא גדל בכיסי קרקע ונעזר במים האגורים בקירטון (הר, 2008).

בעלי חיים: נצפו בשטח לפחות שלוש משפחות של שפני סלע בקרבת השיזף (תמונה 4) וגם בסבך של אלת המסטיק ביחידת החורב-לבנה-אלת המסטיק. צבי ארץ ישראלי נצפה עובר מהמפנה הדרומי דרך יחידת השיזף צפונה. מבין העופות נראו ציפורי שיר על השיזף וחוגלות. על פרחי העשבוניים הייתה פעילות רבה של פרפרים ודבורים.

בסקר טובב כנרת של מכון דשא, הכולל את אזור הסקר הנוכחי, המרחב חולק לחמישה בתי גידול של בעלי חיים (רמון וחוב', 2001). בבתי הגידול של "ערוצים יבשים" ו"מדרונות ומצוקים" נמצאו 13 מיני עטלפים, 12 מיני טורפים וחמישה מיני צמחוניים. ב"נחלים יבשים" נמצאו 79% ממיני היונקים שבאזור וב"מדרונות ומצוקים" נמצאו 95% ממיני היונקים. אחוזים אלה מצביעים על ניידות רבה בתוך השטח.

הגשת עתירה לבג"צ על ידי קק"ל בנושא נחל לבנים

בשיאו של מאבקה של קק"ל לשינוי תת"ל 30 באזור נחל לבנים, קק"ל הגישה עתירה לבית המשפט העליון בשבתו כבית המשפט הגבוה לצדק, בבג"צ 8511/11 קק"ל נגד הוועדה לתשתיות לאומיות ואחרים (להלן: "העתירה") נגד החלטת ממשלת ישראל לאשר את תכנית תשתית לאומית 30 (להלן: "תת"ל 30") (פסטרנק, 2011). העתירה הוגשה בכל הנוגע להחלטה להקים את מחלף נחל עמוד (קדרים) על ידי הרחבת והעצמת סוללת העפר שכבר קיימת בנחל לבנים, במקום פירוק הסוללה והקמת גשר מעל לנחל.

במסגרת העתירה, קק"ל טענה, כי אין שום היגיון אקולוגי להתייחס באופן שונה לנחל לבנים ולא לפעול בגזרה שווה, כפי שהוחלט לפעול לגבי הנחלים הסמוכים: עמוד, צלמון ועכברה. בנחלים אלה נקבע שיש לפרק את הסוללות הקיימות ולהקים במקומן גשרים מעל לנחלים.

עוד נטען על ידי קק"ל, כי נחל לבנים הוא יובל חשוב של נחל עמוד ומעבר אקולוגי בין רכס לבנים לנחל עמוד. המקום עצמו כולל מגוון של מספר יחידות של יער טבעי לצד יער מחטני נטוע עם תת-יער של צומח טבעי וכי הוצאה לפועל של תכנית תת"ל 30 לפיה תוערם סוללת עפר נוספת על זו הקיימת, תגרום להרס אקולוגי של יחידת

חורש של אלון מצוי. עם הירידה בגובה אל האזור הנוכחי, הצומח משתנה ליערות חרוב ולבנה. טיפוס הצומח של דמוי סוואנת השיזף מתחיל בקרקע העמוקה של הערוץ ובתחתית המדרונות, וממשיך מזרחה בבתי גידול יובשניים יותר. לאזור מעבר כזה ישנה חשיבות אקולוגית גבוהה ומתקיים בו בדרך כלל מגוון ביולוגי גבוה במיוחד, כיוון שיש בו מרכיבים של שתי הסביבות. מערכת הסלע-קרקע-צומח המגוונת ומבנה השטח הם הבסיס לכל המערכת האקולוגית באזור ובנקודה זו בפרט. כביש 65 באזור זה נסלל בדיוק במקום שבו חל המעבר בין תצורות הצומח ועוד קודם לכן כבר פגע וחילק לשניים את יער הלבנה. הסוללה הרחבה שתוכננה לכביש החדש הרחיבה את האזור המופר ופגעה באופן קשה ביער הלבנה הרפואי, שעל שמו נקרא הנחל. יחד עם זאת, במסגרת התכנון המפורט והביצוע של הרחבת הכביש והמחלף על ידי הקבלן המבצע, הוקטנה במידה רבה שפיקת עודפי עפר בתחום זה ומותנה הפגיעה בשטח היער והחורש. אולם, המעבר האקולוגי נותר חסום, למעשה, על ידי הסוללות שעליהן נבנה הכביש. הגשת הבג"צ על ידי קק"ל בנושא נחל לבנים לא הייתה צעד פשוט ומוכן מאליו, ונעשתה רק לאחר שכלו כל הקיצין ולא הועילו כל דרכי הפעולה האחרות מול הדרגים המקצועיים: מתכננים, החברה הלאומית לדרכים ומינהל התכנון, וקק"ל חשה שההליך התכנוני היה דורסני ובלתי מתחשב. הלקח שנלמד מהתהליך המשפטי הוא, שבג"צ נמנע מלהתערב בסוגיות מקצועיות ונדרש רק להיבטים חוקיים של התהליך התכנוני. כל שנותר לנו הוא תיעוד בית הגידול המיוחד של נחל לבנים כחלק מהמכלול האקולוגי באזור כנוף שנפגע באופן קשה ורק מעט ממנו נותר ולהפיק לקחים למאבקי שימור בהמשך.

לחברי הוועדה ליתן את המשקל הראוי לחלופת הגשר. נטען, כי החלטת הות"ל לחזור על טעויות העבר ולתקן את העוול של הקמת הסוללות בנחלים עכברה, צלמון ועמוד, על ידי הקמת סוללה גדולה יותר בנחל לבנים, חורגת באופן קיצוני ממתחם הסבירות.

ועוד טענה קק"ל, כי לא נבחנה חלופת הגשר אל מול חלופת הסוללה במסגרת תסקיר ההשפעה על הסביבה ובכך נפגע שיקול הדעת של חברי הוועדה לתשתיות לאומיות.

כמו כן, קק"ל טענה, כי לא הוכן נספח עצים ולא תיאמו את הפגיעה בעצים במקום מול פקיד היערות וכי חלופת הסוללה מעל נחל לבנים לא תואמה מול קק"ל כנדרש ומתחייב מהוראות תמ"א 22.

בסופו של דבר, במסגרת הדיון בבג"צ, שופטי ההרכב המליצו לקק"ל לחזור בה מן העתירה, לאחר ששמעו את טיעוניהם של בעלי הדין ולאחר שלא מצאו לנכון להתערב, כיוון שלא מצאו פגם טכני מהותי בשיקולים המקצועיים, שלפיהם נערכה תת"ל 30. לאור זאת, קק"ל חזרה בה מהעתירה.

סיכום

השטח של נחל לבנים, שמדרום למחלף נחל עמוד, הוא אזור מעבר חשוב בין בתי גידול של יערות טבעיים של לבנה, חרוב ואלה א"י, המלווים בשיחיית אלת המסטיק, לבין תצורת צומח דמוית סוואנה פזורה של שיזף מצוי עם שכבת עשבוניים. גורמים של סלע-קרקע ושל ירידה בגובה והתקרבות לבקע הירדן, המתבטאים בעליית טמפרטורה ובירידה בכמות המשקעים, מביאים לשינוי הדרגתי בתנאי בית הגידול ולשינויים בצומח. על דלומיט סכנין באזור הגבוה במעלה הנחל מפותח

מקורות

ויזל, י., פולק, ג. וכהן, י. (1978). אקולוגיה של הצומח בארץ ישראל. הוצאת אוניברסיטת תל אביב.
מע"צ. (2010). תת"ל – 30 שדרוג דרך 65 מצומת גולני עד צומת נחל עמוד ודרך 85 מזרח מצומת נחל עמוד עד צומת עמיעד. תסקיר השפעה על הסביבה על ידי חברת ברן.
סבר, נ., לשנר, ה., רמון, א., הר, נ., וולצ'אק, מ., סבח, ע., רון-גלבו, מ., להב, ח., הדר, ל. (2014). מדריך למיפוי צומח בישראל, חלק הצומח היים-תיכוני. מכון דש"א, רט"ג, קק"ל, מארג, רמת הנדיב, המשרד להגנת הסביבה. http://moodle.technion.ac.il/pluginfile.php/484065/mod_resource/content/1/Israel%20vegetation%20mapping%20guide.pdf
פסטרנק, י. (2011). פרויקט כביש 65 – תת"ל 30. עתירה לבג"צ מס' 8511/11 רבינוביץ-ויין, א. (1986). סלע-קרקע-צומח בגליל. הוצאת הקיבוץ המאוחד ורשות שמורות הטבע.
רמון, א., רפפורט, ע., שיצר, ד., דולב, ע., אלון, ד., שגיא, י., גל, י., לוי, מ., לוי, נ., נורי, ג. וקניאל, ש. (2001). הכנרת, חופיה וסביבתה – סקר ניתוח והערכה של משאבי טבע ונוף. מכון דשא, יחידת הסקרים.

בגווש, ר. וסנה, ע. (2008). מפה גיאולוגית של ישראל 1:50,000, גיליון ארבל. המכון הגיאולוגי, ירושלים.
ביתן, ח. (2012). מקור השם נחל לבנים. ועדת השמות הממשלתית, ירושלים. סיכום על פי ילקוט הפרסומים מס' 605 יוני 1958 עמ' 1132, ומס' 2633 יוני 1980 עמ' 1823.
הר, נ. (2008). מבנה מערכת הקרקע והסלע והדינמיקה של המים בבית הגידול כגורמים אקולוגיים עיקריים בתפוצת אלון התבור והאלון המצוי באזור אלונים מנשה. עבודת דוקטור, הפקולטה לחקלאות ברחובות, האוניברסיטה העברית בירושלים. <http://nirforestecosoil.com/?p=47>
הר, נ. (2010). בתי גידול של צומח טבעי בגליל התחתון והמערבי – הבנת המערכות האקולוגיות תוך מחקר וסקרי קרקע-צומח משולבים מפורטים. הכנס ה-38 של האגודה הישראלית לאקולוגיה באר שבע.
הר, נ. (2011). נחל לבנים בסביבת צומת נחל עמוד (קדרים) – סקר ומשמעות אקולוגיות. קק"ל אגף הייעור ומרחב צפון. נספח מס' 12/ע לעתירת קק"ל לבג"צ מס' 8511/11. <http://nirforestecosoil.com/?p=86>

Herr, N., Frumkin, A. & Azaize, H. (2002). Mg in carbonate rocks as a Major factor controlling rock-soil relationship in Judea and Avdat groups, Mediterranean zone, Israel. *Israel Geological Soc., Maagan Conference, 2002. abstracts*, p. 52.

http://www.deshe.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/S_Kineret.pdf

שלמון, ע. (1982). אדמות טרשים בגליל: הגורמים המשפיעים על היווצרותן ויחסי הגומלין בינן לבין סלע התשתית והטרשים. עבודת גמר לתואר מוסמך, המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים.

20 שנה לתמ"א 22 – יער וייעור

דינה רצ'בסקי

עמדה בראש מינהל התכנון במשרד הפנים בשנים 1995-2002

מאבקים אלו ושל מתנגדים אחרים, כמו יזמי תשתיות למיניהן, קיבלו ביטוי גם ב"התנגדויות" של הוועדות המחוזיות לתמ"א וגרמו לקשיים בתיאומים עם לשכות התכנון, שאלהן הגיעו בלי הפסק תכניות חדשות היוזמות על ידי מינהל מקרקעי ישראל, משרד הבינוי והשיכון ואחרים, שקיימו מרוץ עם הזמן.

הוויכוחים והמחלוקות המקצועיות בין הנציגים של הגופים הירוקים למיניהם בשאלת הגדרתם ומעמדם של סוגי היער והמונחים שבתכנית, כמו למשל, שטחי "בתה" או "גריגה" הרקיעו לשחקים, עד שפעם, במהלך אחת הישיבות שהתקיימה לא הרחק מחדרו של מנכ"ל משרד הפנים עמרם קלעג'י, הוא הזדעק למקום לברר על מה המהומה.

בתקופתו הקצרה של ברק כשר הפנים הושלמה סוף סוף תמ"א 22 – יער וייעור. נותר עוד ללטש את סעיף מערכת הביטחון שבהוראות התכנית ולאחר מכן להגישה לדיון בממשלה. שישה ימים לפני פרישתו מהמשרד, במסגרת ניקוי השולחן על ידו, הוגשה התכנית לממשלה ואושרה ב-16.11.1995. כשישבנו עימו בדיון מכין לפני ישיבת הממשלה והסברנו את מהות התכנית והוראותיה, הוא התלהב ממנה עד כדי כך שהציע לבטל את סעיף הגמישות שכלול בהוראות התכנית. סעיף זה מאפשר לשנות ייעוד של אחוז מוגדר משטח של כל אחד מסוגי היער הכלולים בתכנית. אך מי שבאמת היה צריך להתמודד עם קשיי ההסתגלות של משרד השיכון ומינהל מקרקעי ישראל לתכנית ועם הטענות על המגבלות על שינוי ייעוד של שטחי יער, שהטילה תמ"א 22 – יער וייעור, היו שרי הפנים שבאו אחריו, חיים רמון ואלהו סוויסה.

תשריטי תמ"א 22 ערוכים במתכונת "קונבנציונלית" של סימון פוליגונים בביצוע ממוחשב ומדויק. הוראות התכנית קלות לקריאה ולהבנה ולמרות שחלפו 20 שנים ויותר מיום אישורה, ליחה לא נס מאז.

בסוף שנת 1990, כשהתבררו ממדי הפגיעה הצפויה ביערות קק"ל בשל הבנייה המהירה, התחלתי ביזמתי לטפל בתמ"א שנזנחה מזה חמש שנים בשל התנגדות שר החקלאות. כדי לקדם את התכנית היה צריך לכונן מחדש את "ועדת העורכים" ולמצוא פתרון כדי לערב את משרד החקלאות על אגפיו השונים בהנחיית התכנית. הוויכוחים והמחלוקות המקצועיות שהתעוררו בדיונים בין הנציגים השונים בוועדות העבודה ולאחר מכן בוועדת ההיגוי זכורים לי ככאלו שהיו בין המרים והנוקבים שהתנהלו אי-פעם בעת הכנת תכנית מתאר ארצית נושאית כלשהי.

● משרד השיכון לא רצה שהתכנית תפריע לו לקדם את תכניותיו על שטחים פתוחים ובקרקעות המדינה ונלחם בתכנית בשתי חזיתות:

1. דרישה לשנות עקרונות את מתכונתה מתכנית עם תשריטים, שבהם מסומנים פוליגונים חד-משמעיים של שטחי יער, לתכנית עם סימונים סימבוליים בלבד ללא סימון סטטוטורי מחייב של גבולות שטחי היער והייעור.
2. הגשה מזוזת של תכניות חדשות לבנייה לאישור ועדות התכנון לבנייה למגורים (הול"ל) על אותם שטחים שהוצעו לייעור בתמ"א.

- משרד החקלאות רצה לשמר ולעגן את סמכויותיו בכל הנוגע למרעה ולעיבוד חקלאי בשטחי יער וייעור ודרש להתיר פעולות טיפוח ביער, שתעודדנה את המרעה.
- מערכת הביטחון עיכבה את אישור התכנית במשך תקופה ארוכה עד שנוסח בהסכמה הסעיף הארוך והמורכב ביותר בתכנית והוא סעיף 8 "שטחים ביטחוניים", המשמר את סמכויותיה. לימים נהפך הסעיף לאב-טיפוס של סעיף מערכת הביטחון בתכניות אחרות.
- רשות שמורות הטבע והקק"ל ניהלו מאבק ביניהן על הסמכויות בשטחים שהוראות תמ"א 8 – גנים לאומיים, שמורות טבע ושמורות נוף – חלות עליהם.

גדילה ושרידות של עצי ברוש מצוי ממקורות זרעים שונים בשלושה בתי גידול בישראל

גבריאל שילר¹, ניר הר² ויוג'ין דוד אונגר¹

¹ המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

vcgabi@volcani.agri.gov.il

² מרחב צפון ואגף הייעור של הקק"ל

תקציר

על רקע התמותה של עצי ברוש מצוי בישראל, שנגרמת כנראה משילוב של יובש, מזיקים ומחלות, הוחלט לבדוק את גדילתם של עצים אלה, ממקורות זרעים שונים בארץ ובחו"ל, בתנאים אקולוגיים שונים. מאמר זה מסכם תוצאות של סקר שבדק את גדילתם (גובה וקוטר), את מידת השרידות ואת ההתפלגות הפנוטיפית (צורה אופקית או צריפית) של עצי ברוש מצוי, שגודלו מזרעים ונשתלו בשנת 1989 בשלוש חלקות: חלקת מוועיה, חלקת נתיב הל"ה וחלקת יתיר.

תוצאות הסקר מצביעות על כך, שנטיעות ברוש מצוי באזור אקלימי ים-תיכוני יתפתחו באופן המוצלח ביותר אם יינטעו בהם שתילים שיגודלו מזרעים שייאספו בארץ בחורשה שבפסגת התבור ובכפר גלעדי (ברושי הברון); לכך אפשר להוסיף גם שתילים מזרעים שייאספו ביערות טבעיים בקפריסין, בסמוס ובטורקיה. עבור נטיעות באזורים יובשניים (פחות מ-400 מ"מ גשם בשנה) מומלץ להשתמש בזרעים שייאספו מעצים הגדלים במושב הגרמנית בירושלים, בית לחם הגלילית ואלוני אבא, ובחורשה שליד בית החרושת לרכב בנצרת (נצרת עילית); לכך אפשר להוסיף זרעים מקפריסין. דרך נוספת היא לרבות בעזרת ייחורים את העצים מהמקורות שהוזכרו שגדלים עתה בחלקות במעויה וביתיר.

מילות מפתח: אקוטיפים של ברוש מצוי, פנוטיפ צריפי, פנוטיפ אופקי.

מבוא

ברוש מצוי (*Cupressus sempervirens* L.) גדל באופן טבעי במשרעת של תנאים אקולוגיים ים-תיכוניים, החל בתנאי אקלים סמי-ארידיים ועד לאקלים ים-תיכוני לח, ובהתאמה גם על סוגי מסלע וקרקות שונים (Brofas et al., 2006). הוא נחשב כחלק מהצומח הטבעי במזרח אגן הים התיכון (ירדן, לבנון, סוריה, אירן, טורקיה, קפריסין, כרתים ורודוס ואיים בים האגאי) (Zohary, 1973) וגם בחבל הים-תיכוני בארץ (Zohary, 1962, 1973). עם זאת, בדיקות פלינולוגיות,



תמונה 1: עצי ברוש מצוי מהפנוטיפ הצריפי (ימין) ומהפנוטיפ האופקי (שמאל).

Picture 1: Common cypress trees of the *pyramidalis (stricta)* phenotype (right) and of the *horizontalis* phenotype (left).

עד עתה לא נעשה בארץ סקר או מחקר כדי לבדוק הבדלים בין מקורות זרעים שונים של ברוש מצוי בצמיחה ובשרידות בתנאים אקולוגיים שונים. על כן, בדומה למחקר ולסקר, שנעשה באורך ירושלים ממקורות זרעים שונים שניטעו בבתי גידול אחדים, כדי לבדוק את השרידות והצמיחה (Weinstein, 1989), כך נעשה גם עם ברוש מצוי. מאמר זה מסכם תוצאות של סקר שבדק את הצמיחה והשרידות של עצי ברוש מצוי, שמקורם מזרעים שנאספו מעצי עילית ביערות נטועים בארץ ובגינון עירוני, ובאוכלוסיות שרידיות טבעיות בחו"ל, ונשתלו בחלקות ניסיון בשנת 1989.

חומרים ושיטות

איסוף אצטרובלים לשם הפקת זרעים נעשה באוכלוסיות המקומיות המפורטות בטבלה 1, ומאותם 50 עצים בריאים, ללא סימנים של מחלות ומזיקים באותה עת, שמהם נאספה עלווה לשם הפקת השרף למטרות מחקר גנטי (Korol et al., 1997; Papagregorious et al., 1994; Schiller, 1990). ששה אצטרובלים לעץ מכל אחד מהעצים מכל האוכלוסיות שנדגמו, יובשו במשתלת בית נחמיה והופקו מהם זרעים. כמות שווה (משקל) של זרעים מכל אצטרובל מעץ באוכלוסייה מסוימת אוחדו, כדי להוות את מקור הזרעים המייצג כל עץ לחוד. כמות שווה (משקל) של זרעים מהעצים שנדגמו בכל אוכלוסייה אוחדו כדי לשמר את המגוון הגנטי של אותם עצים נבחרים. פנייה אל חברים למקצוע במדינות שונות בחו"ל נענתה במשלוח של זרעים, שמקורם באוכלוסיות שרידיות שונות, לעתים קרובות ללא ציון מדויק של המקור.

טבלה 1 מפרטת יערות ואוכלוסיות גנניות, שנשתלו בתחילת המאה ה-20 ולפני כן בארץ, שמהם נאספו זרעים, ואוכלוסיות שרידיות טבעיות בחו"ל שמהן התקבלו זרעים. במשתלת הקק"ל בבית נחמיה ניסו להנביט את הזרעים ולגדל שתילים. זרעים מהמקורות שמספרם 3, 5, 8, 13, 14 כלל לא נבטו; במקורות שמספרם 2, 6, 9, 16, 28 לא נוצרו מספיק שתילים לנטיעה בכל החלקות.

השתילים, בני שנה, נשתלו בעזרת אגף הייעור של קק"ל בשנת 1989 בשלוש חלקות:

1. חלקת מעוויה, חלקה ביער מנשה ליד הכפר מעוויה שבואדי ערה (E 33'32031/N 7'35007).
2. חלקת נתיב הל"ה, חלקה בעמק האלה (E 26'31041/N 54'34059).
3. חלקת יתיר, חלקה ביער יתיר (E 9'31021/N 9'35000).

תנאי בית הגידול בכל אחת מהחלקות היו שונים. **חלקת מעוויה** ניטעה בתחום אקלימי ים-תיכוני טיפוסי, במפנה הפונה

ארכיאולוגיות וסקירה של תיאורי מסעות למיניהם לארץ ישראל לאורך ההיסטוריה מאז ימי קדם, לא העלו ממצאים התומכים בהשערה, כי מין זה היה נפוץ בעבר ביער שהיה בחבל הים-תיכוני בארץ (Liphshitz & Biger, 1989).

ציורי נוף וצילומים בפלשתינה (כנ"ל), שנעשו במאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20 וצילומי אוויר ממלחמת העולם הראשונה (1914-1918) מנציחים את מיעוט עצי הברוש בנוי ובשטחים הפתוחים (ב"ז, 1991). הנטיעה הנרחבת של משברי רוח, חלקות יער ונוי הצריכה כמות רבה של זרעים, אשר העצים הבודדים שגדלו אז בארץ לא יכלו לספק מסיבות של תהליכים פיזיולוגיים במין זה (לב-ידון, 1988; שילר, 2013). ניתן להניח, כי בדומה למה שאירע באורך ירושלים (שילר, 2013) כך היה הדבר בברוש מצוי והמחסור בזרעים הושלם על ידי יבוא ממקורות שונים, דבר שהוכח בעזרת בדיקות גנטיות בשיטות שונות (Korol et al., 1997; Papagregorious et al., 1994; Schiller, 1990; Schiller & Korol, 1997). תוצאות הבדיקות מצביעות על קירבה בין אוכלוסיות נטועות של ברוש מצוי בארץ לאלו שבסמוך, רודוס, קפריסין, כרתים וירדן. כיום, הברוש המצוי על שלל צורות הכותרת שלו מהווה חלק בלתי נפרד מהנוף בארץ ובארצות אחרות באגן הים התיכון.

בשרידי היערות הטבעיים (רליקטים) של מין זה במדינות השונות (פרס, טורקיה, קפריסין, כרתים, לוב, איים בים האגאי, סוריה, לבנון וירדן) גדל **רק** הפנוטיפ האופקי (Zohary, 1973) (ראו תמונה 1). כנראה שמאוכלוסיות שרידיות (רליקטים) אלו בורר הפנוטיפ האופקי הזקוף אשר בו משתמשים בני וביער. תכונת האופקיות בברוש מצוי דומיננטית על פני תכונת הצריפיות (בולוטין, 1964). היות והפנוטיפ הצריפי (ראו תמונה 1) אינו בנמצא באוכלוסיות השרידיות, משערים שהוא מוטציה עתיקת יומין שהאדם הרבה והיא הופצה סביב אגן הים התיכון ובאזורי אקלים דומים בעולם (קליפורניה, אוסטרליה, ועוד), בעיקר למטרות נוי וקדושה (שילר, 2013). לצורת הכותרת של ברוש מצוי יש שני מופעים (פנוטיפים) ברורים – פנוטיפ צריפי ופנוטיפ אופקי (צילום 1) – וצורות ביניים שהם תוצאה של הכלאות ויחסי דומיננטיות ורצסיביות גנטית (בולוטין, 1964). בדיקות גנטיות הוכיחו את קיומם של הבדלים גנטיים בין שתי צורות הנוף (Harfourche et al., 2000; Korol et al., 1997; Papagregorious et al., 1994).

זה שנים רבות מתקיימת בחו"ל ובישראל התופעה של תמותת עצי ברוש מצוי. בשל החשיבות הרבה של הברוש מבחינה נופית, תרבותית וכלכלית וכקו חיץ מוצל לעצירת התפשטות של שריפות יער (Neyisci, 2013), בוצעו מחקרים רבים באזור אגן הים התיכון ובארץ, כדי לברר את הסיבות לתופעה. מבין הגורמים שנבדקו היו רגישות ליובש, לפטריות ולחרקים והשילוב ביניהם (Froux et al., 2005; Madar et al., 1991; Yani et al., 1993; Zohar, 1984; שילר, 2013).

קוד מקור הזרעים Seed source code	מקור הזרעים Seed source	קוד מקור הזרעים Seed source code	מקור הזרעים Seed source
18	בית לחם הגלילית ואלוני אבא Waldheim	1	האי רודוס Rhodes Island
19	יריחו Jericho	2	פירנצה, גן בובולי Firenze, Boboli Garden
20	יער ואדי קוף Wadi el kuf forest	3	קפריסין Cyprus
21	ירושלים, המושבה הגרמנית Jerusalem, German Colony	4	קפריסין Cyprus
22	יער שער הגיא Bab el wad forest	5	האי סמוס Samos Island
23	נצרת עילית Nazareth Illit	6	האי סמוס Samos Island
24	נצרת, המנזר האיטלקי Nazareth, the Italian Monastery	7	טורקיה Turkey
25	יער משמר העמק Mishmar Ha'Emeq Forest	8	טורקיה Turkey
26	חיפה, המושבה הגרמנית Haifa, The German Colony	9	האי רודוס Rhodes Island
27	בת שלמה Bat-Shlomo	10	טורקיה Turkey
28	הר התבור Mount Tabor	11	לבנון, ראשייה Lebanon, Rashaya
29	תל אביב, המושבה הגרמנית Tel-Aviv, The German Colony	12	לבנון Lebanon
30	לוד, תחנת הרכבת Lydda, Railway Station	13	לבנון Lebanon
31	כפר תבור Kfar Tabor	14	לבנון Lebanon
32	ראש פינה Rosh-Pina village	15	בני עטרות Wilhelma
33	גן הבהאים, והעיר העתיקה עכו Acre and the Baha'i Garden	16	יער קריית ענבים Qiryat Anavim forest
34	כפר גלעדי (ברושי הברון) Kibbutz Kfar Giladi	17	ירושלים, הר הבית Jerusalem, Temple Mount

טבלה 1: אוכלוסיות ברוש מצוי אשר שימשו מקור לזרעים והקוד שלהן.

Table 1: *Cupressus sempervirens* seed sources and their code number.

גיריות גבוהה. המסלע הוא קירטון חווארי של תצורת טקיה. המסלע החווארי והקרקע הגירית הם בעלי קיבול מים זמינים נמוך, תופעה היוצרת משק מים יובשני למדי.

חלקת יתיר ניטעה בתחום האקלימי הסמי ארידי לאורכו של עמק-ואדי, בקרקע ליתוסול ולס קולובי-אלובי, שעומקה משתנה לאורך העמק, שהתפתחה על מסלע קרטוני מתצורת מנוחה. בדיקות שנעשו לאחרונה הראו, שחלקה זו נחלקת לשתי תת-חלקות: זו שבמעלה העמק-הוואדי, שם הקרקע

למערב-דרום, בקרקע רנדזינה חומה-גירנית, שהתפתחה על גבי מסלע מתצורת עדולם. הסלע הוא חילופין של קירטון קשה וקירטון רך. הרכיב הקירטוני מאפשר אגירת מים בסלע, אך הנקבוביות בקירטונים אלו נמוכה ולכן אגירת המים אינה גבוהה.

חלקת נתב הל"ה ניטעה בתחום אקלימי ים-תיכוני יובשני (הבר זית מחליף את האלון המצוי כמין המרכזי בחורש), במדרון הפונה לדרום-מזרח, בקרקע רנדזינה בהירה עם רמת

מדידות התפתחות העצים ששרדו (גובה וקוטר) נעשו רק פעמיים בחלקות הנ"ל. הפעם הראשונה בתחילת שנות ה-2000 ופעם נוספת בשנת 2010 בחלקת מעווייה ובשנת 2012 ביתיר. המדידות נעשו על ידי מדור האקלום וההשבחה של אגף הייעור של קק"ל. בחלקת מעווייה נעשתה הערכה פנוטיפית לכל עץ, כדי להעריך את ההתפלגות הפנוטיפית (צריפי או אופקי) בכל מקור זרעים.

תוצאות

טבלה 2 מראה את מידת השרידות של עצי ברוש ממקורות שונים בשתי החלקות ששרדו. **בחלקת מעווייה**, מכלל 700 השתילים שנשתלו בשנת 1989, שרדו לאחר 21 שנים, בהתאם למקור הזרעים, בין 58.3% ל-79.2%. **בחלקת יתיר**, מכלל 1,176 השתילים שנשתלו באותה שנה שרדו בשנת 2007 בהתאם למקור הזרעים בין 19.1% ל-100.0% ובשנת 2012 - בין 0.0% ל-91.6%; כלומר, הייתה תמותה של 22.1% מכמות העצים תוך חמש שנים, שהיו שנים של מיעוט גשמים באזור (אוונגר וחוב', 2014).

רדודה ומטיפוס של רנדזינה חומה עד ליתוסול חום; החלק שבמורד העמק-הוואדי, שם הקרקע עמוקה יותר ומוגדרת כלס קולובי-אלובי.

בכל החלקות נשתלו השתילים במרווחים של 4 מ' בין השורות ו-4 מ' בתוך השורות. בחלקת מעווייה לא נשתלו שתילים שמקורם מצוין במספר 9 ו-12. בחלקת יתיר לא נשתלו שתילים שמקורם מצוין במספר 6, 7, 16 ו-28. בחלקת מעווייה מקורות הזרעים השונים נשתלו בשורות של 10 שתילים בשורה, האחת מתחת לשנייה, ובשני בלוקים, על פני מדרון מערבי-דרומי. חלקת יתיר נשתלה לאורכו של עמק-וואדי אשר נחרש לפני הנטיעה ובכך טושטשו ההבדלים באיכות בית הגידול לאורכו של העמק. 12 שתילים נשתלו בשורה לרוחב העמק, וכל מקור זרעים נשתל בהתאם לכמות השתילים שנותרה לנטיעה, החל בשורה אחת ועד ארבע שורות, אחת ליד השנייה, ללא בלוקים לאורך העמק. מתוך שלושת החלקות שנשתלו על ידי הקק"ל שרדה בשלמותה רק חלקת מעווייה; חלקת נתיב הל"ה זנחה כתוצאה מתמותה גבוהה מאוד שפגעה באפשרות לזהות את העצים הספורים שנותרו; חלקת יתיר שרדה חלקית.

D	C	B	A
יתיר Yatir שיעור הישרדות בגיל 23 (%) Survival rate at age 23 (%)	יתיר Yatir שיעור הישרדות בגיל 18 (%) Survival rate at age 18 (%)	מעווייה Maoyia שיעור הישרדות בגיל 21 (%) Survival rate at age 21 (%)	קוד מקור הזרעים Seed source code
66.6	66.6	62.5	1
14.6	37.5	75.0	2
58.3	62.5	79.0	4
		75.0	6
4.1	19.1	62.5	7
91.6	100.0		9
86.1	100.0	75.0	10
50.0	80.5	70.8	11
47.9	68.7	58.3	15
		72.2	16
63.9	86.1	75.0	17
87.9	87.9	72.2	18
58.0	100.0	79.2	19
85.4	85.4	72.2	20
55.5	83.3	83.3	21

D	C	B	A
יתיר Yatir שיעור הישרדות בגיל 23 (%) Survival rate at age 23 (%)	יתיר Yatir שיעור הישרדות בגיל 18 (%) Survival rate at age 18 (%)	מעויה Maoyia שיעור הישרדות בגיל 21 (%) Survival rate at age 21 (%)	קוד מקור הזרעים Seed source code
29.2	83.3	77.8	22
64.6	89.6	77.8	23
50.0	75.0	77.8	24
61.1	72.2	72.2	25
0.0	68.7	77.8	26
91.6	100.0	75.0	27
		91.6	28
25.0	91.6	63.9	29
63.8	100.0	75.0	30
58.3	58.3	70.8	31
87.5	100.0	77.8	32
48.0	77.0	77.8	33
16.6	25.0	70.8	34
54.6 ± 27.1	76.7 ± 22.7	73.3 ± 5.8	ממוצע וסטיית התקן

טבלה 2: שיעור ההישרדות (%) של עצי ברוש מצוי ממקורות זרעים שונים שניטעו ב-1989 בחלקות במועיה (B) ויתיר (C, D).
Table 2: Survival rate (%) of F₁ generation from different seed sources at Maoyia (B) and and Yatir (C, D).

השוונות בתוך מקורות הזרעים בצמיחה בגובה ובקוטר, במעויה וביתיר, הייתה גבוהה בדומה לשונות שבין המקורות. מקדם השונות עבור הצמיחה בגובה העצים במעויה וביתיר היה 26% ו-22% בהתאמה; עבור הצמיחה בקוטר מקדם השונות במעויה וביתיר היה 30% ו-35% בהתאמה. ההפרש הממוצע בגובה העצים בין שתי החלקות היה 1.57 ± 0.82 מ'; באותו מקור הזרעים ההבדל בצמיחה לגובה בין מעויה ויתיר נע בין 0.28 ו-2.89 מ'.

אפשר לתאר את התפתחות עצי הברוש הגדלים בשתי החלקות (מעויה ויתיר) בעזרת רגרסיה אורתוגונאלית, שיתרונה בכך שהיא מתחשבת בטעות המדידה בשני המדדים (גובה H וקוטר D). הרגרסיה היא:

$$D_{(cm)} = -4.2 + 2.16 H_{(m)} \quad (r = 0.72, n = 1030, p < 0.001)$$

בעוד שרגרסיה קווית כללית המשתמשת באותם נתונים היא:

$$D_{(cm)} = -0.002 + 1.53 H_{(m)}$$

מכיוון שנקודת חיתוך הצירים על ידי הרגרסיה לא הייתה שונה באופן מובהק מאפס, מתקבל שקוטר העצים גדל

טבלה 3 מראה את ממוצע גובה העצים בהתאם לאוכלוסיות מקור הזרעים בשתי החלקות מועיה ויתיר. התוצאות של מדידות גובה העצים הצביעו על שונות רבה בין ובתוך מקורות הזרעים ובין שתי חלקות הניסיון [מדידות קוטר העצים לא מוצגות]. נראה, כי **בחלקת מעויה**, הממוצע הכללי של גובה העצים היה 7.55 ± 0.56 מ' ומקדם השונות היה 23%. נמצא הבדל מובהק ($p < 0.0001$) בין המקורות בממוצע גובה וקוטר העצים, והתפלגות קרוב לנורמלית בגובה העצים בתוך כל מקור ומקור. בנוסף לכך, נמצא, כי לפנוטיפ של העץ יש השפעה מובהקת ($p < 0.002$) על הצמיחה לגובה; ממוצע גובה העצים מהפנוטיפ הצריפי היה 7.47 מ' בעוד שממוצע גובה העצים מהפנוטיפ האופקי היה 7.73 מ'. הממוצע הכללי של קוטר העצים היה 12.4 ± 1.6 ס"מ. נמצא, כי קיים הבדל מובהק בין מקורות הזרעים ($p < 0.003$). ממוצע קוטר העצים מהפנוטיפ הצריפי היה 13.1 ס"מ וזה של הפנוטיפ האופקי היה 11.1 ס"מ. **בחלקת יתיר**, הממוצע הכללי של גובה העצים היה 5.96 ± 0.74 מ' ומקדם השונות היה 31%, קיים הבדל מובהק בצמיחה לגובה בין המקורות ($p < 0.001$). ממוצע קוטר העצים היה 8.6 ± 1.8 ס"מ ומקדם השונות הוא 40%.

צמיחה של 1.43 ס"מ בקוטר במעווייה וצמיחה של 1.32 ס"מ בקוטר ביתר קשורות עם צמיחה של 1 מ' בגובה.

נבדקה מידת ההתפלגות בין הפנוטיפים בתוך כל מקור זרעים בחלקת מעווייה, שבה כמעט שלא הייתה תמותה. **מטבלה 4** נראה, כי בממוצע $40.6 \pm 28.8\%$ מכלל העצים החיים הם מהפנוטיפ האופקי ו- $24.6 \pm 67.4\%$ מהפנוטיפ הצריפי. בעצים ממקור הזרעים משמר העמק (מספר 25) ומהאי סמוס (מספר 6) שולט הפנוטיפ האופקי; בעצים שמקור הזרעים הוא באוכלוסיות עכו (33), ראש פינה (32), כפר תבור (31), בת שלמה (27), הפנוטיפ האופקי מהווה מעל ל-60% מכלל העצים. בעצים שמקורם באוכלוסיות

ב-1.56 ס"מ עם צמיחה לגובה של 1 מ'. **במעווייה** הקשר בין גובה לקוטר הוא:

$$D_{(cm)} = 1.616 + 1.43 H_{(m)} \quad (r^2 = 0.39, n = 619, p < 0.0001)$$

ביתר הקשר בין גובה לקוטר הוא:

$$D_{(cm)} = 0.51 + 1.32 H_{(m)} \quad (r^2 = 0.54, n = 411, p < 0.0001)$$

למרות ההבדלים בין שני בתי הגידול (מעווייה ויתר) בצמיחה לגובה, שמתבטאים בנקודת חיתוך העקום המתאר את הקשר בין גובה לקוטר עם הציר האנכי (האינטרספט), קיים דמיון רב ביחסים האלומטריים. כלומר, במבנה העצים. נמצא, כי

E	D	C	B	A
ממוצע ההפרש בגבהים (מ')	יתר ממוצע גובה העצים (מ')	מועיה ממוצע גובה העצים (מ')	קוד מקור הזרעים	מקור הזרעים
2.10	7.95	7.05	1	האי רודוס
1.09	5.79	6.88	2	פירנצה, גן בובולי
1.15	7.36	8.51	4	קפריסין
		7.84	6	האי סמוס
		7.65	7	טורקיה
1.69	6.06	7.75	10	טורקיה
0.28	6.50	6.78	11	לבנון, ראשיה
2.06	5.78	7.84	15	בני עטרות
		7.45	16	יער קריית ענבים
1.84	5.50	7.34	17	ירושלים, הר הבית
0.67	7.01	7.68	18	בית לחם הגלילית ואלוני אבא
0.33	6.22	6.55	19	יריחו
2.89	5.20	8.09	20	יער ואדי קוף
0.95	6.53	7.48	21	ירושלים, המושבה הגרמנית
0.88	6.90	7.78	22	יער שער הגיא
0.83	7.14	7.97	23	נצרת עילית
1.74	5.82	7.56	24	נצרת, המנזר האיטלקי
1.57	6.05	7.62	25	יער משמר העמק
2.61	4.57	7.18	26	חיפה, המושבה הגרמנית
1.29	5.72	7.01	27	בת שלמה
		7.62	28	הר תבור
1.60	5.82	7.42	29	תל אביב, המושבה הגרמנית

E	D	C	B	A
ממוצע ההפרש בגבהים (מ')	יתיר ממוצע גובה העצים (מ')	מוועיה ממוצע גובה העצים (מ')	קוד מקור הזרעים	מקור הזרעים
2.30	5.71	8.01	30	לוד, תחנת הרכבת
0.45	5.85	6.30	31	כפר תבור
2.09	6.12	8.21	32	ראש פינה
2.84	4.58	7.42	33	עכו וגן הבהאים
2.89	5.86	8.75	34	כפר גלעדי (ברושי הברון)
1.57 ± 0.82	5.96 ± 0.74	7.55 ± 0.56		ממוצע וסטיית התקן

טבלה 3: גובה העצים הממוצע בהתאם למקור הזרעים בחלקות מוועיה ויתיר וההפרש הממוצע בין שתי החלקות.

Table 3: Average tree height (m) of each seed source [A] growing in the Maoyia [C] and Yatir [D] plantations and the average difference in height between the two plantations [E]. Seed source code number (as indicated in Table 1) [B].

D	C	B	A
שיעור הפנוטיפ האופקי (%)	שיעור הפנוטיפ הצריפי (%)	קוד מקור הזרעים	מקור הזרעים
27	73	1	האי רודוס
11	89	2	פירנצה, גן בובולי
16	84	4	קפריסין
100		6	האי סמוס
7	93	7	טורקיה
11	89	10	טורקיה
6	94	11	לבנון, ראשייה
	100	15	בני עטרות
35	65	16	יער קריית ענבים
59	41	17	ירושלים, הר הבית
38	62	18	בית לחם הגלילית ואלוני אבא
33	67	19	יריחו
19	81	20	יער ואדי אל קוף
45	55	21	ירושלים, המושבה הגרמנית
25	75	22	יער שער הגיא
29	71	23	נצרת עילית
39	61	24	נצרת, המנזר האיטלקי
100		25	יער משמר העמק
7	93	26	חיפה, המושבה הגרמנית

D	C	B	A
שיעור הפנוטיפ האופקי (%)	שיעור הפנוטיפ הצריפי (%)	קוד מקור הזרעים	מקור הזרעים
63	37	27	בת שלמה
	100	28	הר התבור
29	71	29	תל אביב, המושבה הגרמנית
57	43	30	לוד, תחנת הרכבת
88	12	31	כפר תבור
71	29	32	ראש פינה
76	24	33	גן הבהאים והעיר העתיקה עכו
24	76	34	כפר גלעדי (ברושי הברון)
40.6 ± 28.8	67.4 ± 24.6		ממוצע וסטיית התקן

טבלה 4: התפלגות הפנוטיפים בקרב צאצאי אוכלוסיות המקור השונות הנטועים בחלקת מוועיה.
Table 4: The distribution of the *horizontalis* [D] and *stricta* [C] phenotypes in the offspring of the source populations [A] in Maoyia. Seed source code number (as indicated in Table 1) [B].

רק במקור הזרעים משמר העמק (25) וראש פינה (32) שיעור העצים מהפנוטיפ הצריפי הוא מאוד נמוך (0%–29%, בהתאמה). חשוב לציין, כי מקורות הזרעים 4, 10, 23 ו-32 הם בין המצטיינים בשני בתי הגידול השונים.

דיון

בדומה למחקרים שנעשו באורן ירושלים (Weinstein, 1989), כן נעשו מחקרים במין ברוש מצוי. בשלוש חלקות ניסוי - הנבדלות בתנאים האקולוגיים - נשתלו שתילים של ברוש מצוי, שגודלו מאותם מקורות זרעים, כדי לבדוק את ההתפתחות והשרידות לאורך זמן בתנאים אקולוגיים קיצוניים (מיעוט גשמים, מסלע וקרקות שונות). מהשוואה אוקולארית (ללא רישום) בין הגובה והקוטר של העצים המתים לאלו של העצים החיים הבודדים, שנוותרו בחלקת נתיב הל"ה, ניתן להבין, שהתמותה אירעה רק בשנים האחרונות, כנראה כתוצאה משילוב של גורמים, שהם: קרקע בעלת תאחיזת מים נמוכה מאוד (Heer et al., 2014) הגורמת לעקת מים שיכולה לגרום לתמותה באופן ישיר כתוצאה מהיווצרות בועות אוויר בצינורות ההובלה שבעצת השורשים (Froux et al., 2005), או על ידי הרעבת פחמן, ובאופן עקיף על ידי הקטנת יכולת ההתגוננות של העצים בפני חרקים ופטריות כתוצאה מירידה בפעילות המטבולית המייצרת טרפנים, ואף גורמת למחזור טרפנים בעת יובש קשה (Heer et al., 2014; Madar et al., 1991; Schiller et al., 2004; Yani et al., 1993). ידוע, כי גיריות גבוהה משפיעה גם על יכולת העצים לקלוט

בני עטרות (15) והר התבור (28) שולט הפנוטיפ הצריפי; בקרב העצים שמקורם בשאר האוכלוסיות אשר שימשו בניסיון, בדרך כלל הפנוטיפ הנפוץ יותר הוא הפנוטיפ הצריפי. כדי להמליץ על מקורות לזרעים לשם יצור שתילים בעלי צמיחה טובה ושרידות גבוהה בתנאי בית גידול, דוגמת ואדי ערה (אקלים ים-תיכוני) או יתיר (אקלים יובשני), הוצג הקשר בין גובה לקוטר של כל מקור זרעים ואחוז השרידות (ראו איור 1), שמאפשר להשוות את התפתחות ושרידות עצים מאותם מקורות זרעים בין שני בתי הגידול השונים. נראה, כי בתנאים האקולוגיים (מסלע, קרקע, גשם) השוררים במעוויה שבואדי ערה הגובה והקוטר הממוצע של עצים ואחוז השרידות עולים בדרך כלל על אלו שביתיר. איור 1 מראה, שהעצים היותר מצטיינים בצמיחה ובשרידות בתנאי אקלים ים-תיכוניים הם ממקורות הזרעים: האי קפריסין (4), האי סמוס (6), התבור (28), טורקיה (10) וכפר גלעדי (34). אליהם אפשר להוסיף גם את המקורות נצרת עילית (23), יער ואדי קוף (20) ואת ראש פינה (32). רוב העצים משבעת המקורות המומלצים הם מהפנוטיפ הצריפי ($11.2\% \pm 85.8\%$), ורק באוכלוסייה ממקור ראש פינה (32) שיעור העצים מהפנוטיפ הצריפי הוא 29.0%. מבין מקורות הזרעים שנבחנו בתנאים האקולוגיים שביתיר, היותר מצטיינים בשרידות ובצמיחה הם: קפריסין (4), המושבה הגרמנית בירושלים (21), נצרת עילית (23), בית לחם הגלילית ואלוני אבא (18). אליהם אפשר להוסיף את טורקיה (10), משמר העמק (25) וראש פינה (32). רוב העצים מהמקורות המומלצים (4, 21, 23, 18, 10) הם מהפנוטיפ הצריפי בממוצע ($72.2\% \pm 14.3\%$);

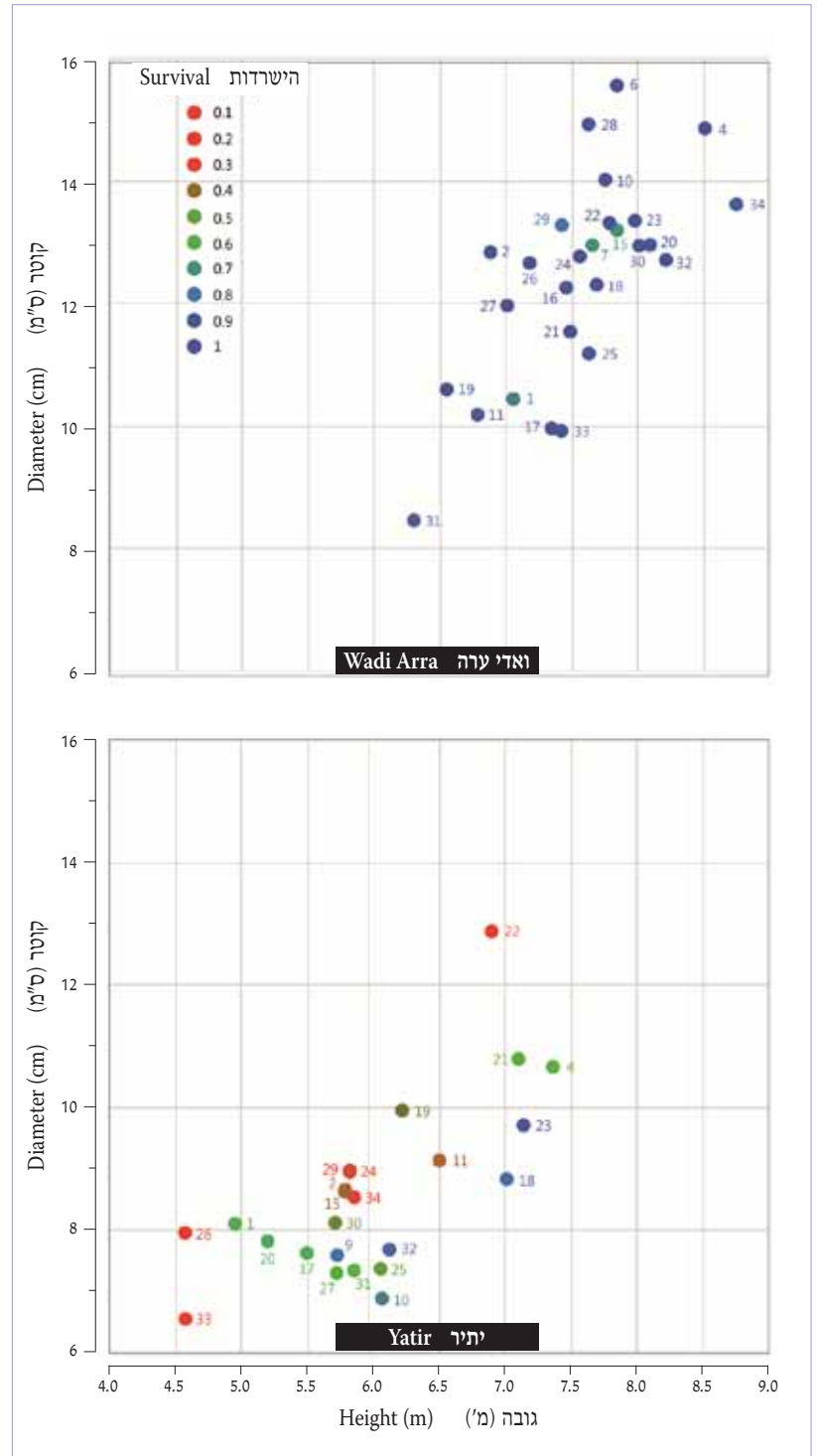
היות וברוש מצוי ניטע בארץ בעיקר למטרות גיוון היער, גיוון הנוף, משברי רוח, גינון ונוי, ולמטרות רוחניות, וחשיבותו ליצור עץ למטרות מסחריות בארץ בטל בשישים, לא התייחסו לנפח העץ, אלא בעיקר לגובהו, כסמן ליכולתו לשרוד ולגדול בתנאי בית גידול נתון. בהתאם לתוצאות הסקר (איור 1), עבור נטיעות באזור אקלימי ים-תיכוני (מעל 400 מ"מ לשנה) רצוי להשתמש בחומר ריבוי מהמקורות כדלקמן: האי קפריסין (4), האי סמוס (6), התבור (28), טורקיה (10) וכפר גלעדי (34). עבור נטיעות בתנאי אקלים יובשניים (יתיר) רצוי להשתמש בחומר ריבוי ממקורות אשר הראו שיעור שרידות גבוה מ-70% גם עם הגדילה בגובה קטנה במשהו (ראו טבלה 1). רצוי להשתמש בחומר ריבוי מהמקורות קפריסין (4), המושבה הגרמנית בירושלים (21), נצרת עילית (23), בית לחם הגלילית ואלוני אבא (18). רצוי שהשתילים שיינטעו יהיו מהפנוטיפ הצרפי, שצריכת המים שלו נמוכה בהשוואה לזו של הפנוטיפ האופקי (Schiller et al., 2004). השרידות הגבוהה יחסית וההתפתחות הטובה של מקורות שנשתלו בקרקע הליטוסול הרדוד, שעל גבי סלע הקירטון, אפשרו לעצים לחדור ולהינות ממאגר המים בסלע (Heer et al., 2014), כך שבהחלט יש מקום לנטיעת ברוש מצוי מהמקורות המומלצים בתנאי בית גידול מתאימים גם באזורים של 300 מ"מ גשם בשנה ופחות.

היות וחלפו מעל ל-27 שנה מאז הסקר ביערות בארץ וסימון עצי האם לזרעים, ניתן לשער כי חלו בהם שינויים רבים ולא תמיד לטובה. בנוסף לכך, כפי שכבר צוי, רוב משלוחי הזרעים מחו"ל לא היו מלווים בנקודת ציון ותיאור האקולוגיה, דבר המונע מלחזור לאותו היער בשנית. לכן רצוי, שהעצים מהמקורות המצטיינים שצוינו לעיל, הגדלים בחלקת מעוויה ובחלקת יתיר יהוו מקור לשם ריבוי וגטיבי (שמלה, 1986).

מקורות

אונגר, י.ד., רוטנברג, א., רז-יסיף, נ., כהן, ש., יקיר, ד., שילר, ג. (2014). ממשק יער מונחה מאזן מים: מודל פשוט והשלכות על צפיפות עצים ביער יתיר. אקולוגיה וסביבה, 5 (2): 172-180.
 בולוטין, מ. (1964). על תורשה בזני הברוש המצוי. ליערן, 14 (2): 23-26.
 ב"ז, ק. (1991). מבט ועוד מבט על ארץ ישראל. תצלומי אוויר מימי מלחמת העולם הראשונה מול תצלומים בני זמננו. ירושלים: יד בן-צבי, 239 עמ'.
 לב-ידון, ש. (1988). התחדשות טבעית של ברוש מצוי בישראל. רתם, כתב עת לנושאי בוטניקה בארץ ישראל, 28: 61-64.
 שילר, ג. (2013). ברוש מצוי, גידול עצי יער ויערות בישראל, ארץ של ספר המדבר. והספרות המצוטטת שם. <https://israelforests.wordpress.com>
 שילר, ג. (2013). התנוונות ותמותה מוקדמת של אורן ירושלים בישראל בעקבות יבוא זרעים ממערכות אקולוגיות זרות. אקולוגיה וסביבה, 4 (2): 167-175.

מינרלים חיוניים דוגמת ברזל. תופעה זו מרמזת על כך, שלא רצוי לטעת ברוש מצוי בתנאים אקולוגיים הדומים לתנאים בחלקת נתיב הל"ה.



איור 1: הקשר בין גובה ממוצע לקוטר ממוצע, וכן שיעור ההשרדות (בצבעים), עבור מקורות הזרעים שניטעו בחלקת מעוויה (ואדי ערה) ובחלקת יתיר (מקורות הזרעים מצוינים במספר בהתאם לטבלה 1). **Figure 1:** Relations between average tree height and average tree diameter and survival in each of the seed sources planted at the Wadi Arra and Yatir plantations.

- fires, Cypress and fire resistant forests. Turkey: Akdeniz University.
- Papageorgiou, A.C., Panetsos, K.P. & Hattemer, H.H. (1994). Genetic differentiation of natural Mediterranean Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) populations in Greece. *Forest Genetics*, 1: 1–12.
- Schiller, G. (1990). Variation in resin composition of Italian Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) grown in Israel. *Silvae Genetica*, 39: 89–95.
- Schiller, G. & Korol, L. (1997). Electrophoretic analysis within *Cupressus sempervirens* L. growing in Israel. *Israel J. Plant Sci.*, 45: 1–8.
- Schiller, G., Moshe, Y. & Ungar, E.D. (2004). Transpiration of *Cupressus sempervirens* L. as influenced by canopy structure. *Israel J. Plant Sci.*, 52: 9–19.
- Weinstein, A. (1989). Provenance evaluation of *Pinus halepensis*, *P. brutia* and *P. eldarica* in Israel. *For. Ecol. Manage.*, 26: 215–225.
- Yani, A., Pauly, G., Faye, M., Salin, F. & Gleizes, M. (1993). The effect of a long-term water stress on the metabolism and emission of terpenes of foliage of *Cupressus sempervirens*. *Plant, Cell and Environment*, 16: 975–981.
- Zohar, Y. (1984). Autecology of *Cupressus sempervirens*. In: *Scientific Activities 1980–1984 of the Department of Forestry*. Special Publication No 228, Department of Scientific Publications. Bet Dagan, Israel: The Volcani Center.
- Zohary, M. (1962). *Plant life of Palestine, Israel and Jordan*. New York: The Ronald Press Company.
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical Foundation of the Middle East*. Stuttgart: Gustave Fischer Verlag.
- שמלה, מ. (1986). ריבוי וגטטיבי של ברוש מצוי. עבודת גמר לתואר מוסמך במדעי החקלאות. האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות, ברחובות. 68 עמ'.
- Brofas, G., Karetos, G., Dimopoulos, P. & Tzagari, C. (2006). The natural environment of *Cupressus sempervirens* in Greece as a basis for its use in the Mediterranean region. *Land Degrad. Develop.*, 17: 645–659.
- Froux, F., Ducrey, M., Dreyer, E. & Huc, R. (2005). Vulnerability to embolism differs in roots and shoots and among three Mediterranean conifers: consequences for stomatal regulation of water loss. *Trees*, 19: 137–144.
- Harfourche, A.L., Aravanopoulos, F.A., Doulis, A.G. & Xenopoulos, S. (2000). Identification of RAPD markers associated with crown form in *Cupressus sempervirens* by bulked segregant analysis. *Forest Genetics*, 7: 171–178.
- Heer, N., Preisler, Y. & Rotenberg, E. (2014). Subsoil properties as the main factor in drying and mortality of *Pinus halepensis* at the Yatir forest, northern Negev, Israel. Medpine 5, Salsola, Spain. At <http://nirforestecosil.com/?p=404>
- Korol, L., Kara, N., Isik, K. & Schiller, G. (1997). Genetic differentiation among and within natural and planted *Cupressus sempervirens* L. eastern Mediterranean populations. *Silvae Genetica*, 46: 151–155.
- Lipshitz, N. & Biger, G. (1989). *Cupressus sempervirens* in Israel during antiquity. *Israel J. Bot.*, 38: 35–45.
- Madar, Z., Solel, Z. & Kimchi, M. (1991). Pestalotiopsis canker of cypress in Israel. *Phytoparasitica* 19 (1): 79–81.
- Neyisci, T. (2013). Mediterranean forest ecosystems wildland

שונות כימית באוכלוסייה מקומית של אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus* L.)

שילה נבון¹, חיים קינגל², נתיב דודאי³ ויוג'ין דוד אונגר¹

¹ המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי

² המכון למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

³ היחידה לצמחי תבלין, מרפא ובושם, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי

תקציר

בארצנו כלל הפרעות של רעייה, כריתה, עקירה ושרפה, ואלו פגעו קשות בצומח, ובעיקר בחורשים וביערות (פרבולוצקי, פולק ולחמן, 1992). עם כיבוש הארץ על ידי הבריטים, בתום מלחמת העולם הראשונה, נחקקו חוקי הגנה על הצומח הטבעי. תהליך זה המשיך ביתר שאת לאחר הקמת מדינת ישראל, וכתוצאה מכך הצמחייה בארץ מתאוששת והחורש הטבעי מתחדש. להתפשטותם המחודשת של מיני השיחים והעצים ישנה השפעה נופית ניכרת, כמו גם השלכות משמעותיות על מארג היחסים הסבוך בין מגוון מיני הצמחים בבית הגידול ביחד עם שאר האורגניזמים במערכת המקומית, ובניהם אוכלי הצמחים.

בחינה ותיעוד של מערכות אקולוגיות מתבצעת לרוב ברזולוציה שעד לרמת המין, והדבר נכון גם ביחס למרבית המחקרים שעסקו בחורש ים-תיכוני. לדוגמה: כימות מגוון המינים או עושר המינים בבית הגידול (Naveh & Whittaker, 1980), מעקב אחרי תבנית המגע בין מיני אוכלי הצמחים לבין מיני השיחים והעצים השונים בחורש (Perevolotsky, Landau, Kababia et al., 1998 ומחקרים אקו-פיסיולוגיים של המינים השונים (Castro-Diez, Montserrat-Marti & Cornelissen, 2003; Gomez Aparicio, Valladares & Zamora, 2006; Naveh & Whittaker, 1980). ישנו, כמובן, היגיון רב בבחינת הדינמיקה של מערכת אקולוגית ברזולוציה של רמת המין, וביחס לצרכים רבים גישה זו מספקת בהחלט. עם זאת, אנו סבורים, שנקודת מבט זו על הנעשה בחורש הים-תיכוני לא מגלה בפנינו את התמונה כולה. אחת הסיבות לכך היא צורת ההפצה של השיחים והעצים בחורש, שברובם מופצים על ידי ציפורים. צורת הפצה זו מכתיבה זרימת גנוטיפים שאינה בהכרח רציפה בזמן ובמרחב, וכך נוצר חורש רב-גילי ומגוון עם פוטנציאל לשונות גנטית ופנוטיפית משמעותית באוכלוסיות הצמחים של המינים השונים. ייתכן שמצב זה בא לידי ביטוי אפילו באוכלוסיות מקומיות, הנפרסות על פני שטח מצומצם, אך כמעט שאין בידינו מידע כמותי בנושא זה. מועטות העבודות שבחנו את השונות הגנטית והפנוטיפית בתוך אוכלוסיות עבור מיני המעוצים בחורש (Avrani, Ben-

החורש הים-תיכוני בארץ ישראל הוא תצורת צומח בולטת, המותאמת היטב לתנאים המקומיים. מטרת מחקר זה הייתה לבחון האם בין פרטים שכנים של מין משיחי החורש תיתכן שונות משמעותית בתכונות חשובות בעלות משמעות אקולוגית. המחקר התמקד בפרופיל הנדיפים המרכיבים את השמן האתרי. כמין מודל למחקר נבחרה אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus* L.), משיחי החורש החשובים. נבחנה השונות הכימית בהרכב הנדיפים בין השיחים המאכלסים חלקת חורש מקומית מייצגת בדרום הכרמל, ששטחה כ-9.2 דונם. הבדיקות נערכו בכרומוטוגרפיה גזית בשתי שיטות משלימות: מיצוי ו-SPME. נמצא כי השונות הכימית באוכלוסייה המקומית איננה רציפה וכי שיחי אלת המסטיק מתקבצים לארבעה כימוטיפים מובחנים ומוגדרים היטב. מרבית שיחי אלת המסטיק בחלקה משתייכים לאחד משני הטיפוסים: [Germacrene D, limonene] ו-Germacrene. כמו כן, נמצאו בחלקה שני טיפוסים נוספים: שיח בודד, שבו הרכיב הבולט הוא β -myrcene ושיח נוסף, שבו אחד מהרכיבים המרכזיים הוא β -ocimene. בעבודה זו הודגם לראשונה קיומם של טיפוסים כימיים בתוך אוכלוסייה מקומית של מין בולט מבין שיחי החורש הים-תיכוני. ניתן להעריך, כי פוטנציאל דומה לשונות כימית משמעותית קיים גם במינים מעוצים נוספים בחורש.

מילות מפתח: אלת המסטיק; חורש ים-תיכוני; כימוטיפים; שונות כימית; שמן אתרי; נדיפים.

מבוא

החורש הים-תיכוני בארץ הוא תצורת צומח המותאמת היטב לאתגרים שאותם מציבים האקלים המקומי ולחץ פעילויות האדם. לדעת רוב החוקרים, החורש מהווה את הבסיס לתצורת הקליימקס בחבל הים-תיכוני של הארץ (שמידע ודרום, 1992). במהלך אלפי השנים האחרונות לחץ האדם

לשם כך, בוצע כימות של פרופיל הנדיפים באוכלוסייה מקומית מייצגת של אלת המסטיק, הפרוסה על שטח קטן באזור הכרמל. ההערכה הייתה, כי תימצא שונות כימית משמעותית אפילו בין פרטים שכנים בשדה.

חומרים ושיטות

חלקת הניסוי

אותרה חלקת חורש במדרון הצפוני שמעל נחל כבארה, הנמצא במורדות הדרומיים של זכרון יעקב (32°25'N, 34°52'E). שטח החלקה 9.2 דונם. החלקה נשלטת על ידי שיחי אלת המסטיק, רבים מהם בעלי נוף גדול. מראה העלווה ושלד הענפים היה בריא, ובאופן כללי לא נראו סימנים לפגיעות חרקים, מחלות, או מצוקה א-ביוטית. שיחי אלת המסטיק פזורים על פני כל שטח החלקה, ביניהם גדל צומח עשבוני חד-שנתי ורב-שנתי מגוון. בתוך הכתמים שיוצרים שיחי אלת המסטיק הגדולים מופיעים מיני חורש נוספים: אשחר ארץ ישראלי, מספר עצי זית, קידה שעירה ומספר פרטים של בר-זית בינוני.

למדגם נבחרו 25 שיחים הפרוסים על כל שטח החלקה. נבחרו שיחים בעלי נוף גדול ומראה בריא בלבד. שיקול נוסף בבחירת השיחים היה הצורך להגדיל, ככל הניתן, את ההסתברות כי מדובר בגנוטיפים נפרדים. הדבר נעשה על ידי השוואות מורפולוגיות ופנולוגיות קפדניות בין הפרטים, תוך התייחסות למין השיחים (זכר/נקבה). מספר הפרטים שנבחרו מהווה בין 60% ל-75% מאוכלוסיית שיחי אלת המסטיק שבחלקה. אין זה אפשרי לציין מספר מדויק, וזאת משום שלגבי מספר שיחים בחלקה קיימת אי-ודאות האם מדובר בפרט בודד שהתפשט בצורה ווגטיבית, או לחלופין בפרטים שונים. מבין 25 השיחים שנבחרו: 12 מהפרטים זכרים, 8 פרטים נקבות, וב-5 פרטים המין לא-ידוע, וזאת משום שלא נצפתה בהם פריחה בשנים שבהן נערך המחקר.

שיטות אנאליטיות

שיטה בסיסית להפרדה וזיהוי של תערובות רכיבים נדיפים, כגון שמן אתרי בצמחים, היא כרומטוגרפיה גזית. במכשיר הגז-כרומטוגרף מוחדרת תערובת הנדיפים לפתח צינורית מסולסלת דקה וארוכה (קולונה) המלאה בגז שאינו מגיב. רכיבי התערובת שונים מעט בתכונותיהם הכימיות ולכן מתקדמים בצינורית בקצב שונה. שילוב של זמן שהייה בצינורית (RT – retention time) ביחד עם גלאים נוספים, כגון ספקטרומטר מסות (MS – mass spectrometer) מאפשר לזהות את הרכיבים השונים ולכמת את ריכוזם בתערובת. בעבודה זו נעשה שימוש בכרומטוגרפיה גזית בשתי טכניקות שונות: בשיטת המיצוי מוכנסים עלי אלת המסטיק לממס אורגני, והרכיבים הנדיפים עוברים בדיפוזיה מרקמת העלה אל התמיסה הנוזלית. עם תום תהליך המיצוי, מוזרקת

Shlomo & Inber, 2012; Korol, Shklar & Schiller, 2004; Nahum, Inbar, Ne'eman et al., 2008; Ne'eman, 1993; Schiller, Herr, Shklar et al., 2005; שיב, 1978) וגם לגבי עבודות אלו, אין זה ברור האם המסקנות בהן רלוונטיות גם עבור אוכלוסיות מקומיות הפרוסות על שטח קטן.

כמין מודל למחקר נבחרה אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus* L.), ממיני החורש החשובים, הגדל בארצות אגן הים התיכון ובמפרץ עדן (שיב, 1978). אלת המסטיק בולטת ביכולתה יוצאת הדופן לשגשג ולהתחרות בהצלחה במגוון בתי גידול שונים מאוד זה מזה: מרכסי הכורכר שעל חוף הים, דרך הגבעות הנמוכות שבשפלה הים-תיכונית, ועד לספר מדבר שומרון ולמזרח הגלבוע – אזורי ספר חמים ויבשים המצויים על גבול המדבר (שיב, 1978; Nahum et al., 2008). אלת המסטיק שימשה ברפואה המסורתית למגוון צרכים ואחדים מהם נתמכו במחקר המודרני (Landau, Muklada, Markovics et al., 2014). היא עשירה ברכיבים משניים, ובניהם בולטים במיוחד רכיבים מקבוצת הטאנינים המצויים בה בכמות חריגה (לערך כ-20% ממשקל יבש) (Decandia, Sitzia, Cabiddu et al., 2000; Glasser, Landau, Ungar et al., 2004; Landau, Dvash, Decandia et al., 2012; פרבולוצקי ואח', 1992). בין צינורות ההובלה בגבעולים ובעלים מצויים ביבי השרף ובתוכם מרוכזים השמן האתרי והשרף. השמן האתרי באלת המסטיק מורכב מעשרות רכיבים נדיפים, רובם מונו-טרפנים וססקווי-טרפנים, כאשר ההרכב משתנה בין האוכלוסיות בארצות השונות באגן הים התיכון (Barra, Coroneo, Dessi et al., 2007; Castola, Bighelli & Casanova, 2000; Said, Fernandez, Greff et al., 2011; Zrira, Elamrani & Benjilali, 2003). באופן כללי, מקובל כי פרופיל הנדיפים בשמן האתרי נקבע בעיקרו ברמה הגנטית, וראוי לציין, כי בעבר, טרם התפתחות השימוש בסמנים גנטיים, אף נעשה שימוש בהרכב הנדיפים למיפוי פילוגנטי (Barazani, Dudai, Golan-Goldhirsh, 2003; Schiller & Grunwals, 1987).

מטרתו של מחקר זה הייתה לבחון האם פרטים שכנים של אלת המסטיק יהיו בהכרח דומים זה לזה במדדים חשובים בעלי משמעות אקולוגית, ובחרנו להתמקד בהרכב החומרים הנדיפים. הרכיבים הנדיפים משמשים בצמחים: (א) כאמצעי הגנה מפני הרביבורים (Lee, Badieyan, Bevan et al., 2010); (ב) כאמצעי תקשורת עם האורגניזמים האחרים החולקים עם הצמח את בית הגידול (Heil & Karban, 2010; Kappers, Aharoni, Van Herpen et al., 2005; Knudsen, Eriksson, Gershenzon et al., 2006); (ג) במניעת נזקי עקות חום (Copolovici, Filella, Llusia et al., 2005). לכן, לשאלת אחידות הרכב הנדיפים באוכלוסייה המקומית תתכנה השלכות משמעותיות. בנוסף לכך, ייתכן וכימות ההרכבים יוכל לספק רמזים בנוגע לשאלת אחידות מקורות הזרעים של שיחי אלת המסטיק בבית הגידול המצומצם בחורש.

ופעם שנייה ביחס להרכב הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיח, כפי שנמדד בשיטת ה-SPME. חושבו המרחקים (במובן המתמטי) שבין הרכבי הנדיפים, עבור כל הזוגות האפשריים מבין 25 השיחים. המרחק בין הרכבי הנדיפים של זוג שיחים הוגדר כהכללה הרב-ממדית המקובלת לפונקציית המרחק האוקלידי. בגישה זו נלקח בחשבון השוני בין השיחים ביחס למשקל היחסי של כל אחד ואחד מהנדיפים. המרחק המתקבל הינו נטול יחידות, אך מאפשר כימות של מידת הקרבה הכימית בין השיחים באוכלוסייה.

בוצע ניתוח (UPGMA unweighted pair group method with arithmetic mean) למיפוי המבנה הפנימי של השונות הכימית באוכלוסייה ביחס להרכב הנדיפים. שיטת ניתוח זו מתבססת על מטריצת המרחקים האוקלידים שנוצרה לעיל, ומצרפת את השיחים השונים למקבצים על פי המרחקים בין ההרכבים הכימיים שלהם. השוואת המרחקים בין מקבצי השיחים המתקבלים אל המרחקים שבין השיחים בתוך המקבצים, מאפשרת להכריע האם באוכלוסייה קיימים מספר טיפוסים כימיים אופייניים אם לאו.

בוצעה סדרת ניתוחי t-test (unequal two-sample t-test, variances) עבור כל אחד מהרכיבים הנדיפים, כדי לבחון האם קיים הבדל מובהק במשקל היחסי של אותו הרכיב (באחוזים) בין שתי הקבוצות העיקריות שהוגדרו לפי ניתוח ה-UPGMA.

תוצאות

הרכיבים הנדיפים בעלים

ברמת האוכלוסייה כולה ($n=24$; בבדיקת שיח 21 חלה תקלה והוא הוצא מהניתוח) זוהו בעלים 76 רכיבים נדיפים, כאשר בחשבון זה נלקחו רכיבים המופיעים בריכוז של לכל הפחות 0.1% מכלל הנדיפים, לפחות באחד מבין השיחים. מתוך 76 הרכיבים הנ"ל, נמצאו 31 רכיבים מרכזיים המופיעים בריכוז של לכל הפחות 1% מסך הנדיפים, לפחות באחד מהשיחים. 31 נדיפים אלו מרכיבים בממוצע 90% מסך השמן האתרי בעלים. 24 מבין 31 הרכיבים זהו, ואילו שבעה לא זהו. שבעת הרכיבים שלא זהו מהווים $4.8 \pm 2.3\%$ מסך הנדיפים.

בחינת מספר הרכיבים ברמת השיח מלמדת, כי בעלווה של שיח יש 5.5 ± 42 רכיבים נדיפים בתכולה של לפחות 0.1% מכלל הנדיפים, ומתוכם ישנם 2.1 ± 19 רכיבים מרכזיים לשיח, מהווים לפחות 1% מסך הנדיפים.

בחינת ההרכב ברמת הקבוצות הכימיות מלמדת כי הרכיבים הנדיפים בעלים הינם ססקווי-טרפנים ($6.7\% \pm 50$), מונו-טרפנים ($6.5\% \pm 45$), ורכיבים אלקוהוליים שונים ($1\% \pm 5$). חושב ריכוז סך הנדיפים המצויים בעלווה ונמצא, כי הם מהווים $0.03\% \pm 0.15$ ממשקל יבש ($1500 \pm 300 \mu\text{g/g DM}$). בניית UPGMA נמצא, כי ביחס להרכב הנדיפים שמוצו

דגימה מהתערובת המתקבלת אל פתח הצינורית במכשיר הגז-כרומטוגרף. בשיטה זו ניתן לזהות את הנדיפים המצויים בתוך רקמת העלה ולכמת את ריכוזם. לעומת זאת, שיטת ה-SPME (solid phase micro extraction) מאפשרת לזהות את הרכב הנדיפים המצויים באווירת מרחב השיח שמקורם בעלווה. בשיטת ה-SPME מוכנס העלה הנבדק לכלי סגור. לתוך הכלי מוחדר סיב ייעודי ובמשך מספר דקות מתבצעת ספיחה של הנדיפים, שהעלה משחרר אל הסיב. עם תום הספיחה מוחדר סיב ה-SPME לפתח הצינורית במכשיר הגז-כרומטוגרף. יש להדגיש, כי לרוב יהיו הבדלים גדולים בין הרכב הנדיפים המצוי בתוך רקמת הצמח ובין הרכב הנדיפים שהוא משחרר לסביבתו.

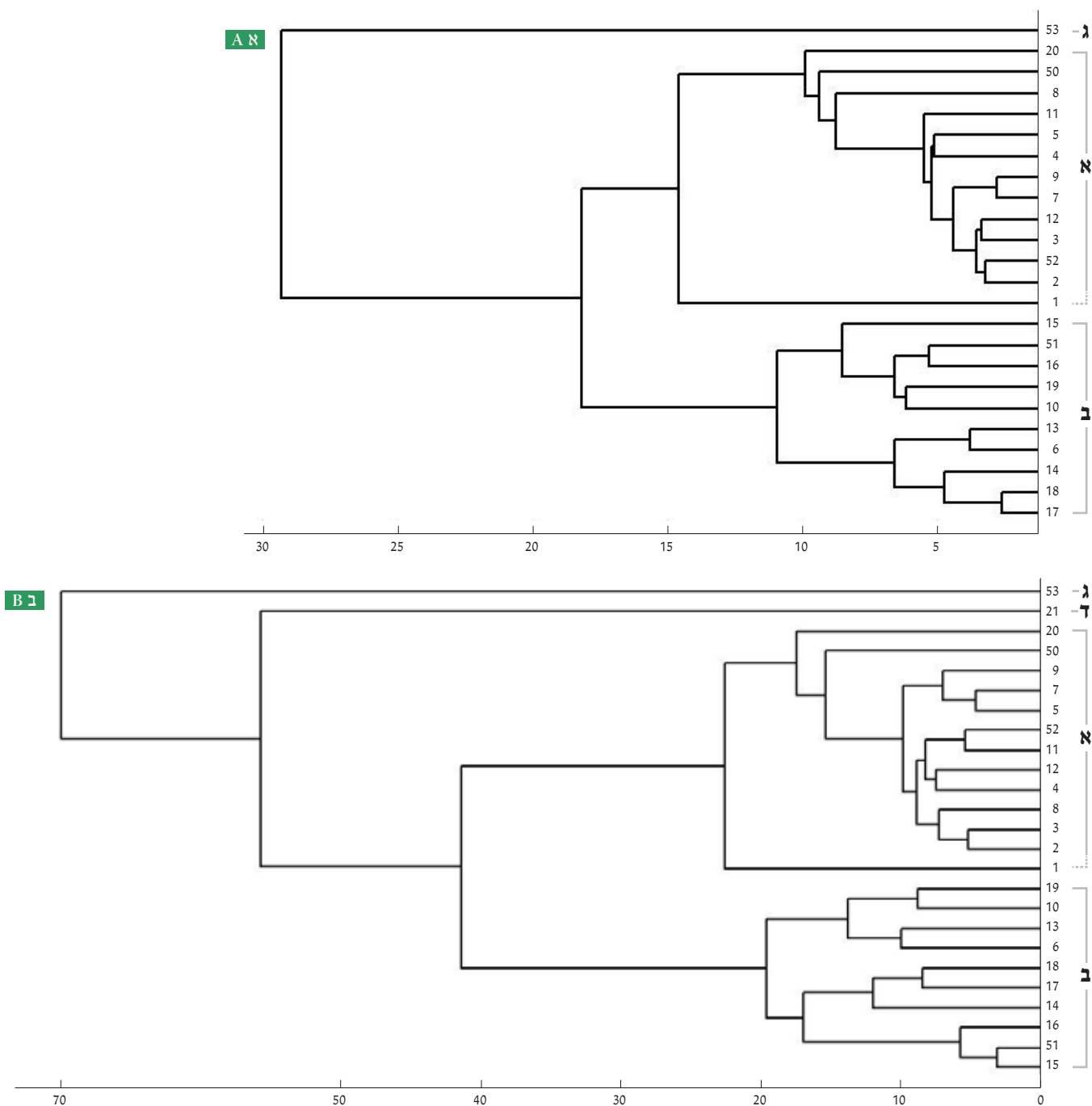
כימות הרכב הנדיפים

נערכו בדיקות מקדימות בשיטת המיצוי ושיטת ה-SPME לכימות השונות בהרכב הנדיפים בעלוות השיח. נלקחו שלוש דגימות עלווה שונות משישה שיחים. נמצא כי קיימת שונות גבוהה בהרכב החומרים הנדיפים בין ששת השיחים ושונות נמוכה בתוך כל שיח. לכן, במחקר המוצג הסתפקנו בביצוע בדיקה אחת עבור כל אחד מהשיחים במדגם.

בתאריך 7/4/2013, בשעות הבוקר המוקדמות, נלקחו דגימות עלווה מ-25 השיחים שנבחרו למדגם מחלקת כבארה. מכל שיח נלקח ענף קטן מידות מהצד הדרומי של השיח. נבחרו ענפים בעלי מראה בריא בלבד. הענפים הושמו בצידנית בקירור והוסעו מיד למעבדת הכרומטוגרף שבמרכז מחקר נווה יער של מינהל המחקר החקלאי. עם ההגעה למעבדה החומר הצמחי הוכן לאנאליזה כימית. בבדיקת המיצוי הוכנה עבור כל שיח דגימה יחידה במשקל 2 גרם ($1.95-2.05$ גרם). כל דגימה הורכבה מארבעה או חמישה עלים שנלקחו מענפונים שונים. כל דגימה הושמה ב-10 מ"ל ממס MTBE (Methyl tert-butyl ether). בנוסף הושם IBB (isobutylbenzene) בריכוז 10 PPM, כדי שישמש כסטנדרט לקביעת ריכוז הרכיבים. עם תום תהליך המיצוי הוזרקה לפתח הקולונה כמות של 1 μl מהתמיסה. בבדיקת ה-SPME הוכנה עבור כל שיח דגימה משלושה עלים שנלקחו מענפונים שונים. לכל דגימה בתורה הוחדר סיב ה-SPME למשך חצי שעה והתבצעה חשיפה לנדיפים. לאחר מכן, הוחדר הסיב לפתח הקולונה במכשיר הגז-כרומטוגרף (נתונים טכניים: GCMS, Agilent Technologies; גז נושא בקולונה: He [בלחץ קבוע של 11.8 psi]; טמפרטורת Injector: 250°C ; טמפרטורת גלאי: 280°C ; טמפרטורת תנור: 50°C [1 דקה], העלאה ב- 5°C לדקה עד ל- 200°C , העלאה ב- 10°C לדקה עד ל- 280°C ; נתוני MS: פעילות במצב EI, 70 eV, טווח מסות: 41–450 amu).

ניתוח הנתונים

כל הניתוחים בוצעו פעמיים, פעם אחת ביחס להרכב החומרים הנדיפים בעלים שהופקו בעזרת המיצוי בממס,



איור 1: דנדרוגרם (עץ המרחקים) שהתקבל על ידי ניתוח UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) עבור שיחי אלת המסטיק מחלקת כבארה. בציר ה-X מופיע המרחק הממוצע בהרכב הכימי בין כל זוג קבוצות/אברים. בציר ה-Y מופיע זיהוי השיח (מספר) ומימינו זיהוי הקבוצה אליה השיח (אות). (א) מבוסס על ההרכב המלא של החומרים הנדיפים בעלוות השיחים (n=24; שיח 21 הוצא מהניתוח בגלל תקלה במדידה); (ב) מבוסס על הרכב הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיחים (n=25).
Fig. 1: Dendrogram generated by UPGMA analysis for *P. lentiscus* shrubs of Kabara plot. The X axis shows the average distances in volatiles composition between each pair of clusters/members. The Y axis shows the shrub identification (number) and to its right the cluster identification (Hebrew letter: א – Cluster A; ב – B; ג – C; ד – D). (A) Based on the volatiles compositions in the leaves (n=24; shrub 21 was excluded from the analysis due to instrument failure). (B) Based on the composition of the volatiles evaporated from the leaves into the airspace surrounding the shrub (n=25).

הבולטים, ומהווה $20 \pm 3.5\%$ מסך הנדיפים. חריג בודד הוא שיח 1 שבו germacrene D תופס 10% מסך הנדיפים ומהווה רק את המרכיב השלישי בחשיבותו. עם זאת, על אף הדמיון הניכר בין השיחים בתכולה היחסית של germacrene D,

מהעלים, 24 השיחים מחלקת כבארה מתחלקים לשלוש קבוצות כימיות שונות (ראו איור 1א). בחינת זהות הרכיבים הנדיפים בעלוות השיחים לימדה, כי ב-23 מתוך 24 השיחים הססקווי-טרפן germacrene D הוא אחד משני הרכיבים

ו- α -pinene (3.5% ± 23). בקבוצת שיחים זו מהווה β -caryophyllene, (28%) limonene הראשיים בשיח זה הם (13%) germacrene D ו- (10%).

קבוצה ב': בכל 10 השיחים בקבוצה שני הרכיבים הנדיפים הבולטים בעלים הם germacrene D (2.9% ± 20) ו- α -pinene (5.4% ± 18). בקבוצת שיחים זו ה- α -pinene הוא רכיב שולי ומהווה רק 1.1% ± 2.3 מסך הנדיפים. עשרת שיחי קבוצה זו מתחלקים לשתי תתי-קבוצות: חמישה שיחים (10, 15, 16, 19, 51) בעלי α -pinene גבוה יחסית (18%-26%), כשבכולם sabinene נמוך מ-1%, וחמישה שיחים (14, 17, 18, 6, 13) בעלי ערכי α -pinene בינוניים (11%-16%), כשבכולם sabinene גבוה יחסית (1.5% ± 8).

קבוצה ג': כוללת רק את שיח 53 שהוא בעל הרכב ייחודי וחריג משאר השיחים באוכלוסייה. הרכיבים הראשיים בשיח זה הם (27%) β -myrcene ו- (22%) germacrene D.

הרכבי הנדיפים בעלווה לפי הקבוצות מוצגים בטבלה 1. היסטוגרמה המציגה את התפלגות משקלם היחסי של הנדיפים המרכזיים בעלווה לפי הקבוצות השונות מוצגת באיור 2. היסטוגרמת המרחקים עבור הרכבי 22 השיחים המשתייכים לקבוצות א' (מלבד שיח 1) ו-ב' מוצגת באיור 4.

הרכיבים הנדיפים באווירת מרחב השיח

נמצא כי מעלוות שיחי אלת המסטיק (n=25) מתנדפים 34 רכיבים. בחשבון זה נלקחו רכיבים המופיעים בריכוז של לכל הפחות 0.1% מכלל הנדיפים, לפחות באחד מבין השיחים. בחינת ההרכב ברמת הקבוצות הכימיות מלמדת כי התנדיף מורכב ממונו-טרפנים (96.3% בממוצע), ססקווי-טרפנים (3.5%) ורכיבים אלכוהוליים שונים (0.2%). אחידות גבוהה בהרכב לפי הקבוצות הכימיות נמצאה ב-24 מתוך 25 השיחים, כאשר שיח מספר 1 מהווה חריג יחיד, ובו פרקציית הססקווי-טרפנים מהווה חלק גדול במיוחד (36%). מתוך 34 הרכיבים הנ"ל, נמצאו 20 רכיבים מרכזיים, המופיעים בריכוז של לכל הפחות 1% מסך הנדיפים לפחות באחד מבין השיחים. 20 רכיבים אלו מהווים את ראשו ורובו של התנדיף (99.6%), ובהם 14 מונו-טרפנים ו-6 ססקווי-טרפנים.

בניתוח UPGMA נמצא, כי ביחס להרכב התנדיף (באחוזים), 25 השיחים מחלקת כבארה מתחלקים לארבע קבוצות מובחנות היטב (איור 1ב). בחינת זהות הרכיבים המתנדפים מעלוות 25 השיחים לימדה, כי ארבע קבוצות אלו שהוגדרו לפי ניתוח ה-UPGMA אכן מהוות טיפוסים כימיים שונים ומוגדרים היטב:

שיח 1	קבוצה א' (ללא שיח 1)	קבוצה ב'	קבוצה ג' (שיח 53)	שיח 1
Shrub 1	Cluster A (excluding shrub 1)	Cluster B	Cluster C (shrub 53)	Shrub 1
α -pinene	11.3 ± 2.2	17.6 ± 5.4	5.3	6.3
Camphene	1.5 ± 0.4	1.6 ± 0.8		
Sabinene	0.6 ± 1.8	4.1 ± 4.2		
β -pinene	4.4 ± 1.0	8.0 ± 1.8	1.2	1.2
β -myrcene	1.6 ± 0.2	1.1 ± 0.4	27.3	1.5
α -phellandrene	1.2 ± 0.8	2.1 ± 0.9	0.1	
Limonene	23.0 ± 3.6	2.3 ± 1.1	5.7	27.8
β -phellandrene	0.8 ± 2.3	7.7 ± 1.8		
β -E-ocimene	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.3		
α -terpineol	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4	
2-undecanone	0.2 ± 0.5	0.4 ± 0.7		1.3
α -copaene	0.2 ± 0.3	0.3 ± 0.5		1
unknown 1	0.1 ± 0.3	0.2 ± 0.4		
β -elemene	1.1 ± 0.4	1.1 ± 0.6	1.4	
β -ylangene	3.3 ± 0.5	3.2 ± 0.8	3.8	1.6
β -caryophyllene	5.0 ± 2.1	4.3 ± 2.2	3.7	12.7
β -copaene	1.9 ± 0.2	1.8 ± 0.3	2.0	1
unknown 2	0.1 ± 0.2	0.0 ± 0.0	1.0	
unknown 3	0.6 ± 0.5	0.5 ± 0.6	1.1	
α -humulene	2.3 ± 0.3	2.1 ± 0.5	2.3	2.8
unknown 4	0.7 ± 0.5	0.8 ± 0.5	1.0	
γ -muurolene	1.2 ± 0.4	1.1 ± 0.6	1.3	3.8
germacrene D	20.9 ± 2.7	20.4 ± 2.9	21.6	10.4
bicyclogermacrene	0.2 ± 0.4	0.3 ± 0.5		1
α -muurolene	1.3 ± 0.4	1.4 ± 0.2	1.4	1.7
γ -cadinene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0		2.4
δ -cadinene	3.3 ± 0.6	3.2 ± 0.7	3.9	1.8
unknown 5	1.9 ± 0.9	2.5 ± 0.7	2.6	7.3
unknown 6	0.1 ± 0.3	0.3 ± 0.5		
Elemol	0.7 ± 0.8	0.1 ± 0.3	1.0	
unknown 7	0.6 ± 0.6	1.0 ± 0.6		1.5

טבלה 1: הרכב הנדיפים בעלים (ממוצע ± סטיית תקן) על פי תוצאות מיצוי במסס, בשלוש הקבוצות שהוגדרו לפי ניתוח ה-UPGMA. מכיוון ששיח 1 הינו בעל השתייכות גבולית לקבוצה א', הרכבו מובא בנפרד. בטבלה מוצגים הרכיבים המהווים לפחות 1% מסך הנדיפים, לפחות באחד מ-24 השיחים.

Table 1: Volatiles composition in the leaves (mean ± SD) based on extraction by solvent for the three clusters defined by the UPGMA analysis. As shrub 1 is a borderline member of cluster A, its composition is presented separately. The compounds presented constituted at least 1% of the total weight of volatiles, in at least one of the 24 shrubs.

שלוש הקבוצות שהוגדרו לפי ניתוח ה-UPGMA עדיין מהוות טיפוסים כימיים שונים ומובחנים היטב:

קבוצה א': ב-12 מתוך 13 השיחים בקבוצה שני הרכיבים הנדיפים הבולטים בעלים הם germacrene D (2.7% ± 21)

	קבוצה א' (ללא שיח 1)	קבוצה ב'	קבוצה ג' (שיח 53)	קבוצה ד' (שיח 21)	שיח 1
	Cluster A (excluding shrub 1)	Cluster B	Cluster C (shrub 53)	Cluster D (shrub 21)	Shrub 1
α -pinene	20.2 ± 3.3	33.0 ± 6.6	10.0	10.8	8.8
Camphene	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.5	0.2	0.3	0.2
Sabinene	0.6 ± 1.5	1.4 ± 1.8	0.2	0.3	0
β -pinene	4.6 ± 1.0	8.0 ± 3.2	2.5	1.6	0.7
β -myrcene	2.3 ± 1.0	1.3 ± 1.0	61.5	1.5	1.7
α -phellandrene	3.4 ± 1.5	6.7 ± 2.2	0.1	5.5	1.7
α -terpinene	0.8 ± 1.4	2.8 ± 2.6	0.7	2.8	0.1
o-cymene	1.0 ± 0.5	3.1 ± 1.5	0.3	2.1	0.1
limonene	51.6 ± 4.2	16.0 ± 4.3	15.3	11.7	45.3
β -phellandrene	7.8 ± 2.3	14.9 ± 2.8		8.4	4.7
β -Z-ocimene	0.1 ± 0.2	0.2 ± 0.3	0.2	2.0	
β -E-ocimene	2.6 ± 3.9	3.3 ± 3.7	0.8	45.7	
γ -terpinene	1.3 ± 1.8	4.9 ± 4.0	1.1	4.1	0.6
terpinolene	0.5 ± 0.3	1.3 ± 0.7	0.5	1.1	0.2
α -copaene	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.1	0.1	1.1
β -caryophyllene	0.3 ± 0.7	0.4 ± 0.7	0.8	0.3	12
α -humulene	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.2	0.3	0.1	1.7
γ -muurolene	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.2	0.1	3
germacrene D	1.4 ± 1.6	1.3 ± 1.9	3.8	1.5	9.8
δ -cadinene	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.2	0.4	0.2	4.1

טבלה 2: הרכב הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיח (ממוצע ± סטיית תקן), בארבע הקבוצות שהוגדרו לפי ניתוח ה-UPGMA. מכיוון ששיח 1 הינו בעל השתייכות גבולית לקבוצה א', הרכבו מוצג בנפרד. בטבלה מוצגים הרכיבים המהווים לפחות 1% מסך התנדיף, לפחות באחד מ-25 השיחים. **Table 2:** The composition of evaporated volatiles (mean ± SD) in the airspace surrounding the shrubs, for the four clusters defined by the UPGMA analysis. As shrub 1 is a borderline member of cluster A, its composition is presented separately. The compounds presented constituted at least 1% of the total weight of volatiles, in at least one of the 25 shrubs.

terpinolene. בעוד שבקבוצה ב' מונו-טרפנים אלו מהווים בממוצע 28% מסך הנדיפים, בקבוצה א' הם מהווים רק 12%.

קבוצה ג': כוללת רק את שיח 53 שהוא בעל הרכב ייחודי וחרגי משאר השיחים באוכלוסייה. הרכיב הראשי בשיח זה הוא המונו-טרפן β -myrcene, שמהווה 62% מסך הנדיפים. הרכיבים המשניים הם limonene (15%) ו- α -pinene (10%).

קבוצה ד': כוללת רק את שיח 21, שגם הוא ייחודי וחרגי בהרכבו. הרכיב הראשי בשיח זה הוא המונו-טרפן β -ocimene, שמהווה 46% מסך הנדיפים. הרכיבים המשניים הם limonene (12%) ו- α -pinene (11%).

הרכבי הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיח מוצגים בטבלה 2. היסטוגרמה המציגה את התפלגות משקלם היחסי של הרכיבים המרכזיים בתנדיף לפי ארבעת הקבוצות מובאת באיור 2. תפרוסת השיחים בחלקה מסומנת לפי ארבעת הטיפוסים הכימיים ומוצגת באיור 3.

קבוצה א': בכל 13 השיחים בקבוצה הרכיב הראשי בתנדיף הוא המונו-טרפן limonene שמהווה $52 \pm 4.4\%$ מסך הנדיפים. הרכיב השני בחשיבותו הוא המונו-טרפן α -pinene, שמהווה $20 \pm 3.5\%$ מסך הנדיפים. חריג יחיד הוא שיח מספר 1, שבו ה-limonene הוא הרכיב הראשי אך הרכיב המשני הוא הססקווי-טרפן β -caryophyllene. עובדת היותו של שיח 1 בעל הרכב חריג משתקפת היטב גם בסיווג ה-UPGMA (איור 1ב). שיח זה מהווה מקרה גבולי וניתן לראותו כפרט חריג בקבוצה או כטיפוס בפני עצמו.

קבוצה ב': בכל 10 השיחים של הקבוצה הרכיב הראשי הוא α -pinene, שמהווה $33 \pm 6.6\%$ מסך הנדיפים. בקבוצה זו הרכיבים המשניים הם limonene ($16 \pm 4.3\%$) ו- β -phellandrene ($15 \pm 2.8\%$). בנוסף לכך, ישנה עלייה משמעותית (פי 2.7) בתכולה היחסית של כל שבעת המונו-טרפנים הבאים לעומת משקלם היחסי בשיחי קבוצה א': β -pinene, sabinene, γ -terpinene, o-cymene, α -terpinene, α -phellandrene.

הנדיפים המצויים בעלים, ואילו בשיטת ה-SPME נמדדו הרכבי הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיח. נתוני המיצוי מתאימים יותר לבחינה של קרבה גנטית. לעומת זאת, את נתוני התנדיף ראוי לבחון ביחס לתפקודו כאמצעי תקשורת ממרחק עם אורגניזמים אחרים החולקים עם הצמח את בית הגידול.

תוצאות בדיקת המיצוי מצביעות על כך, שהרכב החומרים הנדיפים באוכלוסיית אלת המסטיק בחלקת כבארה נשלט על ידי מונו-טרפנים וססקווי-טרפנים, ממצא התואם לדיווחים מארצות אחרות (Castola et al., 2000). חידוד המבט מרמת הקבוצות הכימיות אל רמת הרכיבים מלמד כי בכל השיחים שבחלקה ישנם שני רכיבים נדיפים בולטים. אחד מן הרכיבים – germacrene D – משותף לכל השיחים (למעט שיח 1), ואילו הרכיב השני משתנה.

בבדיקת המיצוי של שיח 21 חלה תקלה. בדיקת ה-SPME המקבילה שבוצעה לשיח זה מצאה כי הרכיב הבולט ביותר המתנדף ממנו הוא המונו-טרפן β -ocimene (46% מסך הנדיפים). ואכן, ניכר היה כי β -ocimene בולט מאוד בריח של שיח 21 (השוואה איכותית לסטנדרט β -ocimene של חברת Sigma). משיקולי נדיפות ניתן להסיק, כי β -ocimene הינו ככל הנראה אחד הרכיבים הנדיפים הבולטים בעלים של שיח זה.

כימוטיפים באוכלוסייה המקומית

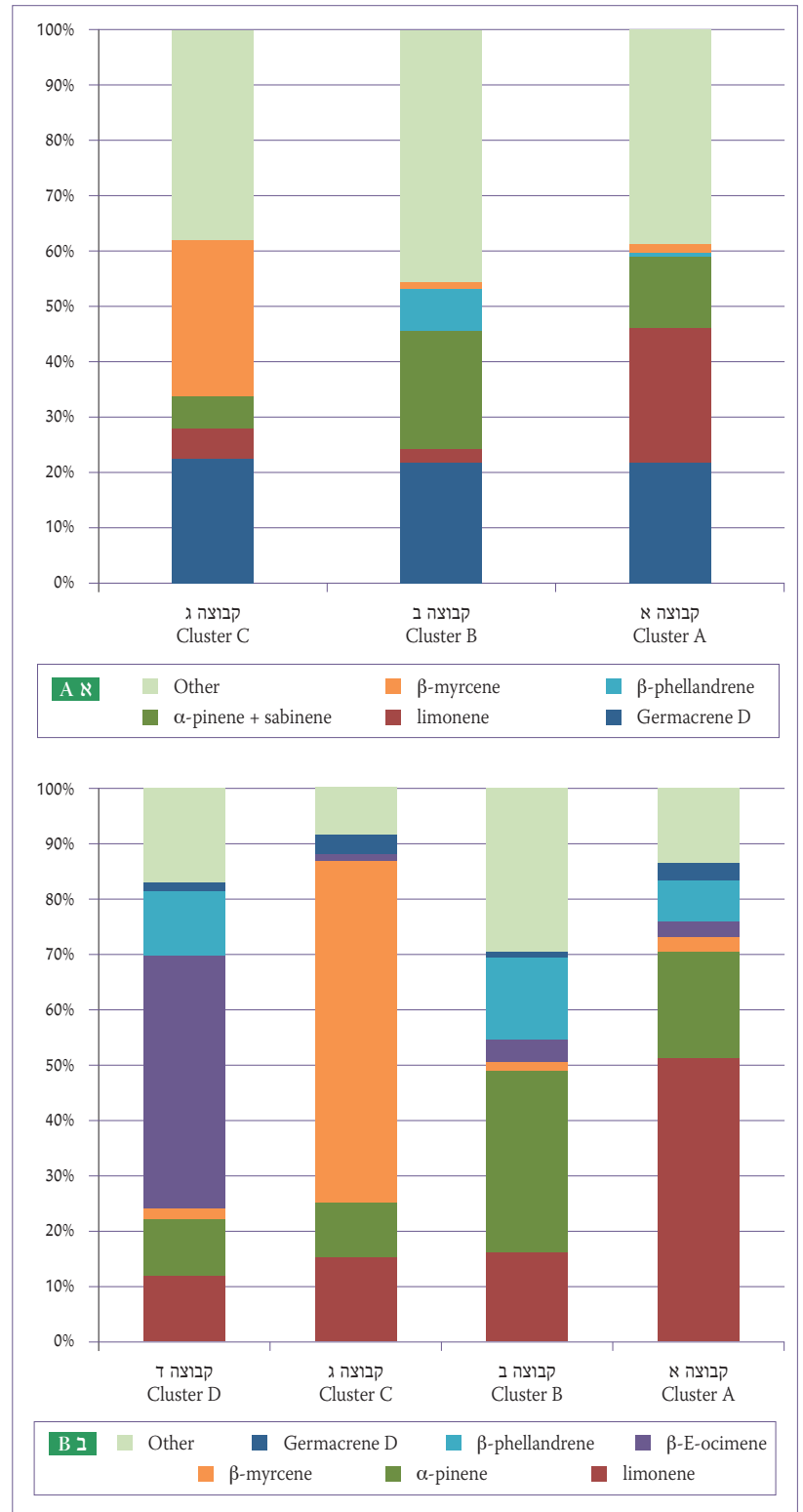
על אף הדמיון המסוים בהרכב הנדיפים בין הפרטים באוכלוסייה, השיחים נחלקים בצורה ברורה לארבעה כימוטיפים שונים, המאופיינים בעיקר על ידי הרכיב המרכזי הנוסף ל-germacrene D, ומדובר באחד מארבעת המונו-טרפנים הבאים: β -myrcene, α -pinene, limonene, β -ocimene-1.

איור 2: (א) הרכב הנדיפים המצויים בעלווה לפי שלושת קבוצות השיחים שהוגדרו בניתוח ה-UPGMA. בגרף מוצג משקלם היחסי הממוצע של הרכיבים המרכזיים. שיח 21 (המהווה לבדו את קבוצה ד' בניתוח התנדיף) הוצא מהניתוח בגלל תקלה במדידה. (ב) הרכב הנדיפים שמקורם בעלווה המצויים באווירת מרחב השיחים, לפי ארבעת הקבוצות שהוגדרו בניתוח ה-UPGMA. בגרף מוצג משקלם היחסי הממוצע של הרכיבים המרכזיים בתנדיף.

Fig. 2: (A) Volatiles composition in the leaves, presented according to the three shrub clusters defined in the UPGMA analysis. The graph presents the average proportions of the main compounds. Shrub 21 (The only member of cluster D in the evaporated-volatiles analysis) was excluded from analysis due to instrument failure. (B) The composition of volatiles evaporated from the leaves into the airspace surrounding the shrub, presented according to the four clusters defined in the UPGMA analysis. The graphs present the average proportions of the main compounds in the evaporated volatiles.

דיון

כימות של פרופיל הרכיבים הנדיפים באוכלוסייה מקומית של אלת המסטיק (חלקת כבארה) נערך על בסיס שתי שיטות שונות: בשיטת המיצוי נמדדו ההרכב והריכוז של הרכיבים



הם מובחנים בבירור האחד מהשני ומוגדרים היטב. הערכים המובאים בדנדרוגרם (איור 1) ובדיוק רב יותר בהיסטוגרמת מטריצת המרחקים (איור 4) מלמדים, כי המרחק הממוצע בין



איור 3: תפרוסת בשטח של 25 השיחים שנבחרו למדגם בחלקת כבארה. השיחים מסווגים לארבעת הכימוטיפים לפי הרכב התנדיף. בצהוב: 13 השיחים מטיפוס ה-limonene (קבוצה א' בניתוח ה-UPGMA). בירוק: 10 השיחים מטיפוס ה- α -pinene (קבוצה ב'), באדום: השיח הבודד מטיפוס ה- β -myrcene (קבוצה ג') ובכחול: השיח הבודד מטיפוס ה- β -ocimene (קבוצה ד'). זוהי גם חלוקת השיחים לכימוטיפים בהתאם להרכב הנדיפים בעלים (מלבד שיח 21 שבו הייתה תקלה במדידה).

Fig. 3: Fine-scale spatial locations of the 25 shrubs chosen for the sample taken from Kabara plot. The shrubs were classified into four chemotypes according to the evaporated-volatiles composition in the airspace surrounding the shrub. Yellow: the 13 shrubs of type limonene (cluster A in the UPGMA analysis); Green: the 10 shrubs of type α -pinene (cluster B); Red: the single shrub of type β -myrcene (cluster C); Blue: the single shrub of type β -ocimene (cluster D). The same classification is valid also for the chemotypes defined according to volatiles compositions in the leaves (excluding shrub 21 that was not examined).

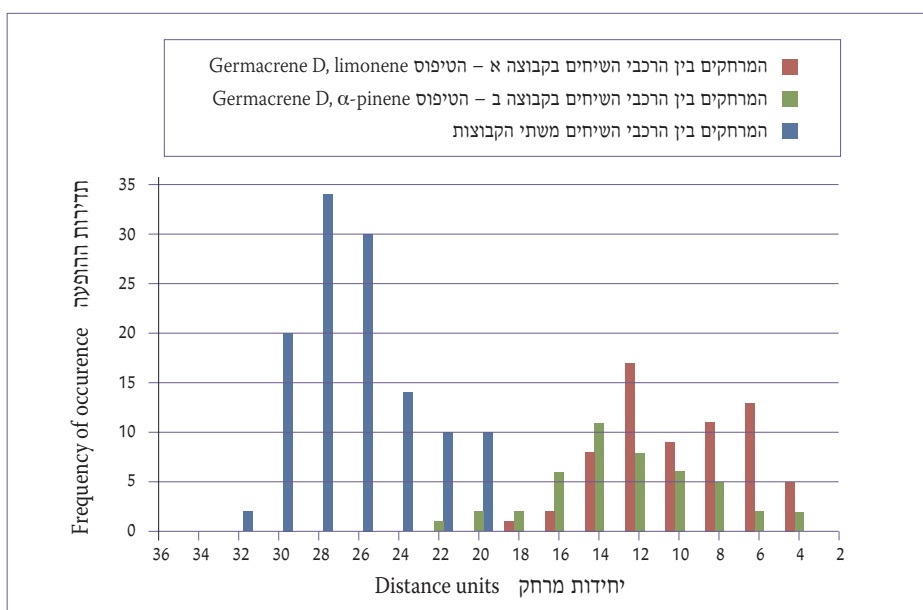
איור 4: היסטוגרמת המרחקים האוקלידיים שבין הרכבי הנדיפים המצויים בעלווה עבור 22 השיחים השייכים לקבוצות א' (מלבד שיח 1) ו-ב', כפי שאלו הוגדרו בניתוח ה-UPGMA. אלו הם שני הטיפוסים הכימיים העיקריים בחלקת כבארה. בגרף מופיעות תדירויות המרחקים שבין כל זוגות השיחים האפשריים בתוך הקבוצות ובין הקבוצות.

Fig. 4: Histogram of the euclidian distances between the volatiles compositions in the leaves of the 22 shrubs belongs to clusters A (excluding shrub 1) and B, as were defined in the UPGMA analysis. These two are the prominent chemotypes in Kabara plot. The graph presents the frequencies of distances between all possible shrub pairs within (red for cluster A and green for cluster B) and between (blue) the two clusters.

88% משיחי אלת המסטיק בחלקת כבארה משתייכים לאחד משני הכימוטיפים: [Germacrene D, limonene] ו-[Germacrene D, α -pinene] (קבוצות א' ו-ב' באיור 2, בהתאמה). יש לציין, כי שיחי הטיפוס האחרון מתאפיינים גם בערכי limonene נמוכים מאוד. בחלקה ישנם שני טיפוסים כימיים נוספים בעלי נציג בודד: שיח אחד (שיח 53 המהווה את קבוצה ג' באיורים 1 ו-2), שבו הרכיב הבולט הוא β -myrcene ושיח נוסף (שיח 21 המהווה את קבוצה ד' באיורים 1 ו-2), שבו אחד הרכיבים המרכזיים הוא β -ocimene. נציין כי בקבוצה א' (הטיפוס [Germacrene D, limonene]) קיים שיח חריג (שיח 1), המתייחד במשקל גבוה במיוחד של ססקוויו-טרפנים, ובפרט בערכי β -caryophyllene גבוהים במיוחד. שיח זה מהווה מקרה גבולי ולמעשה ניתן לראותו כפרט חריג בקבוצה א' או כטיפוס בפני עצמו.

ההבדלים בהרכב הנדיפים בין השיח הבודד מטיפוס [Germacrene D, β -myrcene] (שיח 53) לבין שלושת הטיפוסים הכימיים הנוספים שבחלקה הם גדולים וחד-משמעיים. ביטוי כמותי לכך הוא המרחק בין ההרכבים, כפי שמתבטא בדנדרוגרם (איור 1) ובמטריצת המרחקים (נבון, 2014). ניתוחים אלו מלמדים כי כימוטיפ זה הוא הטיפוס החריג ביותר מבין שיחי החלקה. בהקשר זה ראוי לציין, כי בעבודתנו באתרים אחרים נתקלנו במספר שיחים נוספים בהם שולט β -myrcene, וכי לשיחים מטיפוס זה ריח אופייני ובולט אשר ניתן בדרך כלל לזהותו בנקל.

בעוד שהשוני בין הטיפוס הנ"ל לבין שאר השיחים בחלקה הוא חד וברור, ההבדלים בין שני הטיפוסים הכימיים העיקריים: 12 שיחי קבוצת [Germacrene D, Limonene] ו-10 שיחי קבוצת [Germacrene D, α -pinene] הם מתונים יותר. ההבדלים בין שני טיפוסים אלו אמנם אינם קיצוניים, אך



תיכוני. ניתן להעריך כי פוטנציאל דומה לשונות כימית משמעותית קיים גם במינים מעוצים נוספים בחורש. משמעות ממצאים אלו על התנהגות שיחור המזון של הרביבורים תיבחן בניסוי נפרד.

הממצאים מעבודה זו שבים ומזכירים, כי בביצוע תצפיות על צמחי הבר תיתכן לעתים תועלת רבה בחידוד המבט אל תוך רמת המין, עד כדי התייחסות לפרטים עצמם. שיח או עץ בשטח לא יהיה בהכרח דומה לגמרי לשכניו הקרובים וראוי להיות ערניים לכך. גישה זו יכולה להיות מועילה במגוון יישומים ותחומי עניין, ובניהם: חיפוש רכיבים לרפואה בצמחים, איתור גנוטיפים מצטיינים לריבוי, ליקוט צמחי בר למאכל, רפואה מסורתית מצמחי בר, ומחקר על התנהגות שיחור המזון של בעלי החיים אוכלי הצמחים.

תודות

ברצוננו להודות לפארק הטבע רמת הנדיב על הסיוע במימון הבדיקות הכימיות.

מקורות

- נבון, ש. (2014). מבט מקרוב על התנהגות הרעייה של עזים בחורש ים-תיכוני. עבודת גמר לתואר מוסמך, האוניברסיטה העברית, רחובות, ישראל.
- פרבולוצקי, א., פולק, ג. ולחמן, א. (1992). החורש הים-תיכוני בעולם. יד הנדיב, החברה להגנת הטבע.
- שביב, ע. (1978). אוטאקולוגיה של אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus* L.). עבודת דוקטורט, טכניון, חיפה, ישראל.
- שמדיע, א. ודרום, ד. (1992). מדריך העצים והשיחים בישראל. הוצאת כתר.
- Avrani, S., Ben-Shlomo, R. & Inbar, M. (2012). Genetic structure of a galling aphid *Slavum wertheimae* and its host tree *Pistacia atlantica* across an Irano-Turanian distribution: from fragmentation to speciation? *Tree Genetics & Genomes*, 8: 811–820.
- Barazani, O., Dudai, N. & Golan-Goldhirsh, A. (2003). Comparison of Mediterranean *Pistacia lentiscus* genotypes by random amplified polymorphic DNA, chemical, and morphological analyses. *Journal of Chemical Ecology*, 29: 1939–1952.
- Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P. & Angioni, A. (2007). Characterization of the volatile constituents in the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from different origins and its antifungal and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 7093–7098.
- Castola, V., Bighelli, A. & Casanova, J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28: 79–88.
- Castro-Diez, P., Montserrat-Marti, G. & Cornelissen, J.H.C. (2003). Trade-offs between phenology, relative growth

הרכבי הנדיפים של השיחים בתוך טיפוס [Germacrene D], כמו גם בתוך טיפוס [Limonene, α -pinene] קטנים בצורה מובהקת וחד-משמעית מהמרחק הממוצע בין ההרכבים בשיחים משני הטיפוסים. בנוסף לכך, נמצא כי משקלם היחסי של 78% מהמונו-טרפנים המצויים בעלווה ושל 71% מהמונו-טרפנים שבתנדיף שונה בצורה מובהקת בין שני הטיפוסים, זאת בעוד שמבין הססקווי-טרפנים לא נמצא אף לא רכיב אחד בו קיים הבדל בין הטיפוסים. בדיקות אלו ואחרות (נבון, 2014) מאפשרות להסיק בביטחון, כי שני הטיפוסים הכימיים העיקריים שנמצאו בחלקה הם כימוטיפים שונים ומובחנים היטב. מכלול הממצאים מלמד, כי בחלקת כבארה – חלקה מקומית ששטחה 9.2 דונם – קיימים ארבעה כימוטיפים שונים של אלת המסטיק, שביניהם קיימים בו-זמנית הן דמיון (פרקציית הססקווי-טרפנים), אך גם שוני משמעותי (פרקציית המונו-טרפנים).

ניתוח השונות הכימית ביחס להרכב הנדיפים באוכלוסייה המקומית ראוי היה להידון תחילה לגבי תכולת הרכיבים הנדיפים בעלים, משום שזו גם מהווה את הבסיס לתנדיף המצוי באווירת מרחב השיח. בדיקה מקבילה שבוצעה על הרכב הנדיפים באווירת השיחים מצאה, כי השיחים נחלקים בדיוק לאותן הקבוצות (למעט שיח 21 שלא נבדק), אך עצמת ההבדלים בין הקבוצות הייתה הפעם גבוהה בצורה משמעותית (איורים 1ב ו-2ב). הסיבה לכך היא נדיפותם הגבוהה יותר של המונו-טרפנים ביחס לססקווי-טרפנים. כתוצאה מכך, הרכיב המרכזי המשותף לכלל השיחים – הססקווי-טרפן germacrene D – הופך להיות בתנדיף לגורם שולי, ואילו ההבדלים הקיימים ממילא בין השיחים ביחס להרכב המונו-טרפנים שבעלווה, מתעצמים אף עוד יותר בתנדיף. השלכה מעניינת של תוצאות אלו היא, כי ייתכן שההבדלים בריח של הכימוטיפים הנ"ל יהיו חדים יותר מההבדלים בטעם ביניהם.

הממצא כי בשטח כה מצומצם קיימים ארבעה כימוטיפים שונים ומגוונים היטב (וזאת להבדיל ממשרעת רציפה של שונות כימית, אשר הייתה צפויה להימצא במידה והגורמים לשונות באוכלוסייה היו רק משתני סביבה) מהווה תוצאה בעלת עניין אשר לה השלכות אפשריות על הדינמיקה הפנימית בבית הגידול המצומצם בחורש. בבחינת הפיזור-המרחבי של שני הכימוטיפים העיקריים בשטח (איור 3) מתקבל הרושם, כי הם אינם מפוזרים באקראי בשטח החלקה אלא מופיעים בצורה מקובצת יחסית. ייתכן שהדבר מעיד על חדירת זרעים לבית הגידול במקבצי הזרעות שמקורם באתרים שונים ובתקופות שונות, אך נכון לשלב זה אין בידינו האפשרות לאשש או להפריך טענה זו.

בעבודה זו הודגם לראשונה קיומם של כימוטיפים באוכלוסייה מקומית של מין בולט מבין שיחי החורש הים-

- rate, life form and seed mass among 22 Mediterranean woody species. *Plant Ecology*, 166: 117–129.
- Copolovici, L.O., Filella, I., Llusà, J., Niinemets, Ü. & Peñuelas, J. (2005). The capacity for thermal protection of photosynthetic electron transport varies for different monoterpenes in *Quercus ilex*. *Plant Physiology*, 139: 485–496.
- Decandia, M., Sitzia, M., Cabiddu, A., Kababya, D. & Molle, G. (2000). The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, 38: 157–164.
- Glasser, T.A., Landau, S.Y., Ungar, E.D., Perevolotsky, A., Dvash, L., Muklada, H. & Walker, J.W. (2012). Foraging selectivity of three goat breeds in a Mediterranean shrubland. *Small Ruminant Research*, 102: 7–12.
- Gomez-Aparicio, L., Valladares, F. & Zamora, R. (2006). Differential light responses of Mediterranean tree saplings: linking ecophysiology with regeneration niche in four co-occurring species. *Tree Physiology*, 26: 947–958.
- Heil, M. & Karban, R. (2010). Explaining evolution of plant communication by airborne signals. *Trends in Ecology & Evolution*, 25: 137–144.
- Kappers, I.F., Aharoni, A., Van Herpen, T.W., Luckerhoff, L.L., Dicke, M. & Bouwmeester, H.J. (2005). Genetic engineering of terpenoid metabolism attracts bodyguards to *Arabidopsis*. *Science*, 309: 2070–2072.
- Knudsen, J.T., Eriksson, R., Gershenzon, J. & Ståhl, B. (2006). Diversity and distribution of floral scent. *The Botanical Review*, 72: 1–120.
- Korol, L., Shklar, G. & Schiller, G. (2004). Tabor oak in Israel, genetic diversity within and between populations. *Forest Genetics*, 11: 317–323.
- Landau, S., Dvash, L., Decandia, M., Cabiddu, A., Shapiro, F., Molle, G. & Silanikove, N. (2004). Determination of poly (ethylene glycol)-binding to browse foliage, as an assay of tannin, by near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 638–642.
- Landau, S., Muklada, H., Markovics, A. & Azaizeh, H. (2014). Traditional Uses of *Pistacia lentiscus* in Veterinary and Human Medicine. *Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East*, 163–180. Springer Netherlands.
- Lee, S., Badiéyan, S., Bevan, D.R., Herde, M., Gatz, C. & Tholl, D. (2010). Herbivore-induced and floral homoterpene volatiles are biosynthesized by a single P450 enzyme (CYP82G1) in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 21205–21210.
- Nahum, S., Inbar, M., Ne'eman, G. & Ben-Shlomo, R. (2008). Phenotypic plasticity and gene diversity in *Pistacia lentiscus* L. along environmental gradients in Israel. *Tree Genetics & Genomes*, 4: 777–785.
- Naveh, Z. & Whittaker, R.H. (1980). Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41: 171–190.
- Ne'eman, G. (1993). Variation in leaf phenology and habit in *Quercus ithaburensis*, a Mediterranean deciduous tree. *Journal of Ecology*, 81: 627–634.
- Ogaya, R. & Peñuelas, J. (2003). Comparative field study of *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia*: photosynthetic response to experimental drought conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 50: 137–148.
- Perevolotsky, A., Landau, S., Kababia, D. & Ungar, E.D. (1998). Diet selection in dairy goats grazing woody Mediterranean rangeland. *Applied Animal Behaviour Science*, 57: 117–131.
- Said, S.A., Fernandez, C., Greff, S., Torre, E., Derridj, A., Gauquelin, T. & Mevy, J.P. (2011). Inter-population variability of terpenoid composition in leaves of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria: A chemoeological approach. *Molecules*, 16: 2646–2657.
- Schiller, G. & Grunwald, C. (1987). Resin monoterpenes in range-wide provenance trials of *Pinus halepensis* Mill. in Israel. *Silvae Genetica*, 36: 109–114.
- Schiller, G., Herr, N., Shklar, G. & Korol, L. (2005). Diversity assessment of leaf phenology variation in *Quercus ithaburensis* Decne by RAPD. *Israel Journal of Plant Sciences*, 53: 75–78.
- Zrira, S., Elamrani, A. & Benjlali, B. (2003). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Morocco—a seasonal variation. *Flavour and Fragrance Journal*, 18: 475–480.

פטריות טועות ביער? האם בעקבות שינויי האקלים?

דליה לוינסון
dalpitriot@gmail.com

בשרניות, מרשימות בגודלן, והמאפיין הברור שלהן היא שכבת הנקבוביות או הספוג הצהובה או אדומה, המרפדת את תחתית כובען. הפטרייה הנפוצה ביותר במשפחה זו והמוכרת ביותר לציבור היא הארנייה המצויה (*Suillus granulatus*), הגדלה במיקוריזה עם אורן ירושלים. פטרייה זו מופיעה רק לאחר מחזור הגשם הרציני הראשון. בארץ הוגדרו לאחרונה שלושה מינים של ארניות ושלושתם טובים למאכל, אם כי כשליש מן האוכלוסייה רגיש לארניות.

במשפחה זו בסוג גושית נמנים מינים רבים, כמו גושית צהבהבה (*Boletus impolitus*), גושית נאכלת (*Boletus edulis*), גושית עמומה (*Boletus luridus*), גושית הפס הוורוד (*Boletus pulchrotinctus*), גושית מעורקת (*Leccinum lepidum*), ועוד. מינים אלה ניכרים בשכבת הספוג הצהובה, ביניהם מינים טובים למאכל וכאלה שאינם. מינים אחרים בסוג זה, שלהם שכבת ספוג אדומה, ככלל הם רעילים ואסורים למאכל. עליהם נמנים גושית הזאב (*Boletus lupinus*), גושית השטן (*Boletus satanas*), ועוד.

לאחר שניים או שלושה מחזורי גשם יופיעו המטרייניות והפקועות (*Agaricaceae*) ולאחר מכן האמנית הביצתית (*Amanita ovoidea*), הגדלה מתחת לאלונים, פטרייה מרשימה מאוד בגודלה (ראו תמונה שצולמה בתמרת בחורף 2015).

יש להיזהר מאוד בליקוט האמנית הביצתית, שגם אינה מומלצת למאכל, בגלל טעמה התפל ובמיוחד מכיוון שלפטרייה זו אחות רעילה, אמנית משוערת (*Amanita proxima*), הפוגעת בתפקודי הכבד והכליות. בארץ דווחו מספר מקרי הרעלה מפטריית האמנית המשוערת. ההבחנה בין שני המינים הללו אינה פשוטה ובקלות רבה ניתן לבלבל ביניהם. ההבדלים הם בגודל – אמנית משוערת בדרך כלל יותר קטנה ופחות בשרנית; כובעה חלק ולא מכוסה בשרידי הצעיף הלבן, הנוטף משולי הכובע כמו אצל האמנית הביצתית; הטבעת של האמנית המשוערת נשמרת ולא נעלמת עד מהרה וצבע הנרתיק שלה הוא צהוב-תפוז ולא לבנבן או לבנבן-צהבהב, כמו של האמנית הביצתית. ההבחנה המדויקת תיעשה לרוב בבחינה ובהשוואת הנבגים מתחת למיקרוסקופ אור.

לקראת חודש דצמבר מופיעה אוזנית הכלך (*Pleurotus eryngii*), פטרייה הנפוצה מאוד בארץ ממורדות הגולן ועד צפון הנגב, כשהיא מלווה בעיקר את אזורי גידולו של

פטריות מופיעות כמעט בכל מקום על פני כדור הארץ. תפקידן חשוב מאוד במחזור החומר האורגני בטבע וקשה לתאר את עולמנו ללא ממלכה מופלאה זו.

בארץ, למרות האקלים החצי יבש, גדלות לא מעט פטריות בבתי גידול שונים. לאורך השנים מתקיים ליקוט של פטריות ומתבצעות תצפיות. שנת 2015 הייתה חריגה, בעיקר בגלל פיזור גשמים שונה מהרגיל. בעקבות השינוי האקלימי חלו הן הקדמה והן איחור בהופעת פטריות. יתרה מזאת, נראתה הופעה של פטריות במחזור שני באותה שנה, תופעה חריגה בהחלט, שמתעצמת עם השנים. האם התשובה לתופעה זו קשורה בשינויי האקלים הגלובליים?

לא מעט מדברים על ההתחממות הגלובלית, המשנה סדרי בראשית. מזג האוויר המשתנה עשוי לשנות לא רק את סדר פריחת הצמחים והאילנות, אלא גם את סדר הופעת הפטריות ומגוון המינים הנצפים.

בארצנו, עונת הפטריות העיקרית חלה מדי שנה בחורף, בעיקר בין החודשים נובמבר עד אמצע מרס. בחורף 2015 נמשכה העונה הגשומה באופן חריג לכדי שבעה חודשים, מאמצע ספטמבר עד אמצע אפריל, תופעה שהשפיעה על הופעת גופי הפרי (הפטריות שאנו בעצם מלקטים, זה חלק הגוף המתפתח, כדי ליצור נבגים מיניים והוא נקרא "גוף הפרי") של פטריות רבות, שחלקן הופיע באופן חריג אף בחודש מאי.

הפטריות מופיעות למשפחותיהן בסדר הנקבע כנראה על פי תנאי הטמפרטורה, המשקעים, לחות האוויר, אורך היום ואורך הגל של עצמת האור, הנדרשת לייצור גופי הפרי של פטרייה זו או אחרת. סדר הופעה זה מוכר גם מעולם הצמחים. בשלהי הקיץ יופיע ראשון החצב, לאחריו הסתונית, החלמונית והכרכום, הנרקיס והרקפת. פריחת הפרחים האדומים אף היא מסודרת, תחילה מופיעות הכלניות ולאחריהן הנוריות, הצבעוניים, הדמומיות, כאשר את העונה חותמים הפרגים. כך גם בעולם הפטריות: בשלהי הסתיו, עם התקצרותו של היום, ירידת הטמפרטורות הגבוהות בלילות, לחות הלילה וערפולי הבוקר, ללא תלות בגשם, מקדימה ומתעוררת משנתה משפחת הגושיתיים (*boletales*). הגושיתיים גדלים לרוב במיקוריזה (סימביוזה, שותפות של קורי הפטרייה עם שורשי צמח עילאי מיקו-פטרייה ריזה – שורש) עם אלונים ומקצתם גם עם אורנים. אלו הן פטריות



תמונה 1 (מימין): אמנית משוערת (*Amanita proxima*) טבעתה נשמרת וצבע הרגל בגוון צהוב תפוחי, פטרייה רעילה (צילום: אליונה ביקטובה).
Picture 1 (right): *Amanita proxima*, a poisonous mushroom, with a conserved ring and a yellow-orange stipe (Photo: Aylona Biketova).
תמונה 2 (משמאל): אמנית ביצתית (*Amanita ovoidea*) כובעה מכוסה בשרידי הצעיף הלבן הנוטף משולי הכובע. צולם בתמרת (צילום: תמר לוינסון).
Picture 2 (left): *Amanita ovoidea*. The cup is covered, with the universal veil dripping from the cup edge (Photo: Tamar Lewinsohn) (Timrat).

ל-7 ו-8 מעלות בלילה ו-15-17 מעלות במהלך היום. כתוצאה מכך, הופיעו לפתע באביב פטריות מאותם מינים שהופיעו קודם לכן בסתיו. ב-10 באפריל תועדו (ראו טבלה בסוף המאמר) בתמרת שבעמק יזרעאל, מתחת לאלון מצוי, פטריות רבות למשל, אמנית ביצתית, שהיא פטרייה הגדלה בדרך כלל בחודשי הסתיו המאוחרים מנובמבר ועד פברואר.

כמו כן, תועדו ב-6 במאי 2015 לבדית אלון (*Xerocomus dryophilus*) ממשפחת הגושיתיים, המופיעה בדרך כלל מנובמבר עד פברואר. חריפית חרבה (*Russula pseudodelica*), שאף היא מופיעה בדרך כלל בין החודשים דצמבר עד ינואר. הסיבית האגסית (*Inocybe pyriodora*) פטרייה רעילה, שלה ריח מתקתק כשל סוכריות או פירות, יחסית נדירה, הפגיעה והופיעה מתחת לאלונים. בדרך כלל, אם היא בכלל מופיעה, הרי זמנה הוא בין ינואר עד מרס. הפתעה נוספת הייתה ב-10 במאי 2015, כאשר תועדה עוד פטרייה יחסית נדירה, כרסנית הגליל (*Macowanites galileensis*), שאף היא הופיעה מתחת לאלונים, כאשר זמן הופעתה הרגיל הוא דצמבר עד ינואר. פטרייה אחרת, פמוטית מצויצת (*Phellorina herculeana*) נמצאה בחולות מכמורת בתאריך 16.06.15 כאשר זמן הופעתה הוא בדרך כלל מדצמבר עד מאי.

הכלך המצוי. פטרייה זו מאריכה ימים ממש עד אמצע חודש מרס.

טמפרטורות נמוכות יותר ולחות גבוהה יזמנו את הנרתיקנית הנאה (*Volvariella speciosa*), האחלמית הערומה (*Lepista nuda*), הישעורית האפורת (*Tricholoma terreum*), ועוד. באופן עקרוני הפטריות גדלות מתפטיר (קבוצת קורים או מעין חוטים רב-תאיים בעלי גרעינים הגדלים בקצותיהם וחודרים לרקבובית הקרקע או מתחת לקליפת עצים ומהם עולה וצומח גוף הרבייה), החבוי באדמה וגדל בדרך כלל בתנאי טמפרטורה של כ-27 מעלות צלסיוס. גופי הפרי נוצרים על פי רוב בתגובה לעצמת אור מסוימת, לחות ובטמפרטורות נמוכות בהרבה מאלה הנדרשות לייצור התפטיר. לייצור גופי פרי יש צורך בכ-17 מעלות או אף בפחות מזה. בניסוי מבוקר (Lewinsohn, Nevo, Hadar et al., 2000), שכלל רק משתנה אחד של טמפרטורה, נבדק מה קורה בטבע לתפטיר של פטריית אוזנית הכלך במשך חודשי הקיץ החמים, שבהם הטמפרטורה מטפסת ל-37 מעלות ואף יותר. מתברר, שהתפטיר נכנס לתרדמה וכשהטמפרטורה צונחת בעונה המתאימה ל-27 מעלות ופחות מזה, התפטיר יוצא מתרדמת וגדל במהירות רבה.

גשמי חורף 2015 הסתיימו שלא במועדם הרגיל, ובנוסף לכך, בשבוע הראשון והשני של אפריל הטמפרטורות צנחו

קבוצת חוקרים נורווגית בדקה את מועדי האיסוף של כ-34,500 גופי רבייה של פטריות שונות, שהופקדו בהרבריום של אוניברסיטת אוסלו (Kausrud, 2008). לצורך המחקר נלקחו בחשבון תאריך איסוף של הפטריות ביחס לנתוני תנאי מזג האוויר, שנאספו מהשירות המטאורולוגי בין השנים 1940-2006. החוקרים מצאו, שגופי רבייה, שהופיעו בדרך כלל מוקדם בעונה, תועדו כמאחרים בעונה החל משנות ה-80 (של המאה הקודמת). החוקרים גילו, שישנה מגמה גיאוגרפית להקדמה של הופעת גופי רבייה בצפון נורווגיה לעומת איחור בהופעתם בדרום המדינה. מניתוח תנאי הטמפרטורה והלחות נמצא, שככל שהטמפרטורה עלתה במהלך חודשי הסתיו והחורף, היה איחור משמעותי בהופעתם של גופי הרבייה באותה שנה ובשנה העוקבת. החוקרים הגיעו למסקנה, שהשינויים בסדר הופעת הפטריות והתמשכות העונה של הופעתן נובעים משינויי האקלים הגלובליים, הממשיכים להתחולל.

גאנג וחוב' (Gange, Gange, Sparks et al., 2007) מצאו, שעונת התפתחות הפטריות באנגליה, בסתיו בשנות ה-50 נמשכה כ-33 ימים. לעומת זאת, בשנים האחרונות, פטריות אלו מופיעות מוקדם יותר ויצירת גופי הפרי נמשכת תקופה ארוכה יותר, כמעט פי שניים מאשר בשנות ה-50, כ-75 ימים. החוקרים מצאו, שמינים מסוימים מופיעים גם בסתיו וגם באביב. כמו כן, הם מצאו, ש-70% מתוך 300 המינים הנפוצים ביותר באנגליה הראו שינוי משמעותי וחרגי במועד הופעתם מעונתם הרגילה. ממצאים אלה מחזקים את הסברה, שהופעת הפטריות מושפעת משינויי האקלים.

באירופה, הזהב השחור, קרי פטריית הכמהין השחורה (*Tuber melanosporum*), הגדלה במיקוריזה עם עצי אלון, נמצאת בסכנה, בעקבות ההתחממות הגלובלית, שכן התחממות העולם מקטינה את ההיצע שלה ומעלה מאוד את מחירה. פטריית הכמהין, שנחשבת כמעדן קולינרי יקר, רגישה ביותר לשינוי מזג האוויר ואינה יכולה לשרוד מעל שלושה שבועות ללא מים. בצורות והתחממות גלובלית עשויים לברר, כי העתיד של המעדן הזה נמצא בסימן שאלה. מדיווחים שונים אנו למדים, כי יכול הכמהין בצרפת, באיטליה ובספרד, שלוש היצרניות העיקריות של הכמהין, היה דל מאוד בשנים האחרונות. זאת, כנראה, בגלל צמצום כמויות הגשמים והשינוי בפיזורם לאורך השנה או אולי בגלל ליקוט יתר. ארצות אלה ביחד מספקות כ-100 טונות של הפטרייה בשנה. במאה ה-19 היבולים עמדו על למעלה מאלף טונות. המחסור בהיצע של פטריות הכמהין והביקוש העולה גרמו לעליית מחירים תלולה. קילוגרם אחד של הפטרייה עשוי להימכר ב-1,000 יורו, יותר מפי שלוש מהמחיר בשנות ה-90. לאחרונה, אנו עדים לדיווחים מדרום גרמניה על הופעתן של כמהין, באופן טבעי ובפעם הראשונה. יש כאן מעין "נדידה" צפונה בתפוצת הכמהין, שהייתה בדרך כלל



תמונה 3: ב-28 באפריל 2015 תועדה מתחת לאלון מצוי גושיית צהבהבה (*Boletus impolitus*), המופיעה בדרך כלל מדצמבר עד פברואר (צילום: זוהר שפרנוב).

Picture 3: *Boletus impolitus* was recorded under a *Quercus calliprinos* tree in April 2015 while its normal fruiting season is during the months of December to February (Photo: Zohar Shafranov).



תמונה 4: לבדית האלון (*Xerocomus dryophilus*) (צילום: אפרת בריסקר).

Picture 4: *Xerocomus dryophilus* (Photo: Efrat Brisker).

מניסיונות שעורכים קבוצת החוקרים של מו"פ רמת נגב ובראשם שיטריט מאוניברסיטת בן גוריון (מידע שבע"פ) עולה, כי בחלקה שבה ניתנה השקיה מלאכותית בשטח שבו נשתלו צמחי שמשון מאולחים בפטריית הכמהין, נצפתה ותועדה הקדמה של הופעת גופי פרי של כמהין לעומת חלקה מקבילה, שלא קיבלה השקייית עזר. באותו שטח ובניסוי אחר, שערכו פרופ' ורדה צור וחוב' (1990), הונחה לפני כמה שנים מערכת השקיה במקום שבו גדלים צמחי שמשון באופן טבעי, אך אינם מניבים כמהין. ממצאיהם הראו, שצמחי השמשון שהושקו נשאו גופי פרי כתוצאה מההשקיה. כלומר, המשקעים מאפשרים ואף מזרזים את הופעתן של פטריות הכמהין.

ניתן להניח בסבירות גבוהה, שההתחממות ושינויי האקלים הגלובליים אינם פוסחים גם על ארצנו, ותופעה זו, שעליה אנו מדווחים כאן, דומה מאוד לדיווחים של החוקרים הנורווגיים והאנגלים, שהביאו סימוכין לתופעה בארצם. השירות המטאורולוגי בישראל פרסם מחקר שבדק את שינויי האקלים בישראל, כפי שמשקפים במדידות הטמפרטורות והמשקעים שנעשו בתחנות מדידה מטאורולוגיות ותיקות

רק בדרום אירופה. ה"נדידה" של הפטרייה נגרמת, כנראה, בעקבות שינוי ברמת המשקעים הנדרשים לגידולה, כפועל יוצא משינויי האקלים.

בישראל, גדלים באופן טבעי מיני כמהין אחרים מאלה האירופיים, בעיקר כמהין מדבר, הגדלות במיקוריזה עם מיני הצמח המדברי שמשון (*Cistaceae*). כמהין אלה הן בעלות ארומה וערך קולינרי שונה מאלה הגדלים באירופה, אך עדיין בעלות ערך מסחרי, כשמחיר הקילוגרם יכול להגיע בשנים שחונות ל-500 שקלים.

על פי בנימיני (1984), עונת הכמהין תועדה מחודש מרס עד מאי. בשנים האחרונות לא היינו עדים כלל לכמהין במאי. מאחר שהשנים האחרונות היו יחסית שחונות, רק מעט כמהין נאספו בין החודשים ינואר עד פברואר ומחירן בשוק היה גבוה. בחורף 2015, שבו המשקעים נמשכו עד חודש אפריל, תועדה הופעת כמהין מ-24 בדצמבר ועד סוף אפריל. מחירן של הכמהין בשוק היה גבוה לקראת פסח ולאחריו ירד מחיר הקילוגרם לכ-100 שקלים, דבר המעיד על היצע רב בגלל ליקוט ממושך של כמהין מהשטח ולאורך זמן רב יותר מהרגיל.



תמונה 5: ליד צמח השמשון – כמהית לבנה (*Tirmania nivea*) וכמהית בודיירי (*Terfezia boudieri*) (צילום: דליה לוינסון).
Picture 5: Desert truffles *Tirmania nivea* and *Terfezia boudieri* growing in the Negev desert near its host *Helianthemum sessiliflorum* (Photo: Dalia Lewinsohn).

גשומה במיוחד עם 130%-150 מהמוצע השנתי (פרט לאזור אילת). נתון זה יכול להסביר את כמות הכמהין הגבוהה שדווחה מהנגב. בגליל המזרחי ובשומרון כמויות הגשמים שירדו ממוצעות ומעלה וברמת הגולן הכמויות אך מעט מתחת למוצע. מאי היה החודש האחרון שבו ירדו משקעים. חודש מאי גם הסתיים כחם מהרגיל בין מעלה למעלה וחצי מעל הממוצע.

על אף שבארצנו תועדה הקדמה של הופעת פטריות בשנות ה-70 על ידי פרופ' ניסן בנימיני (בנימיני, 1975), ב-2015 תועדו גם הקדמה וגם איחור של כמהין. כמו כן, תועדה הופעה מחודשת של פטריות המופיעות בדרך כלל בחודשי הסתיו ובחורף לתוך חודש מאי.

לסיכום, ישנה כנראה תופעה של תנודתיות בהופעת הפטריות, שהיא אולי תוצאה של השינויים האקלימיים שאינם פוסחים גם על ארצנו.

בנתונים שהוצגו אין די בכדי לקבוע חד-משמעית לגבי ההשפעות האפשריות של שינויי האקלים על מועדי ההופעה של פטריות בישראל. יש חשיבות להמשיך לאסוף ולתעד נתונים על מועדי הופעת הפטריות גם בשנים הקרובות. ניתן לאסוף נתונים הקיימים בהרברים שבאוניברסיטת תל אביב, להצליב עמם את נתוני השירות המטאורולוגי משנים עברו, לנסות ולהקיש על המתחולל בזמננו ולבדוק האם קיימת מגמת השפעה כזו גם בארצנו כתוצאה משינויי אקלים.

מקורות

בנימיני, נ. (1975). פטריות הכובע בישראל, הוצאת הקיבוץ המאוחד, 227 עמ'.

בנימיני, נ. (1984). פטריות עילאיות בישראל, הוצאת רמות, 172 עמ'.
קגן-צור, ו., בז'רנו, נ., רוה, ע., ליבנה, ד. ודה מלאך, י. גידול כמהין באדמות שוליות: דו"ח שהוגש למועצה האזורית רמת נגב, אפריל 1989 - מרס 1990.

Gange, A.C., Gange, E.G., Sparks, T.H., Boddy, L. (2007). Recent changes in fungal fruiting patterns. *Science*, 316: 71.
Kausrud, H. (2008). Mushroom fruiting and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (10): 3811-3814.
Lewinsohn, D., Nevo, E., Hadar, Y., Wasser, S.P. & Beharav, A. (2000). Ecogeographical variation in the *Pleurotus eryngii* Complex (Higher Basidiomycetes) in Israel. *Mycological Research*, 104: 1184-1190.

בארץ. הטמפרטורות נבדקו משנת 1951, והמשקעים משנת 1921 - ושניהם עד שנת 2011. ממוצעים שחושבו לתקופה של 15 שנה מלמדים, שממוצעי הטמפרטורה בשנים 1996-2010 ו-1997-2011 הם הגבוהים ביותר, בהשוואה לממוצעים של תקופות זהות באורכן, מאז שנת 1951. קיימת התאמה כללית בין מהלך הטמפרטורה הממוצעת באזורנו למהלך הטמפרטורה העולמית. עם זאת, ההבדל בין הטמפרטורות בשנות ה-2000 לבין אלו של שנות ה-50 אינו כה גדול, כפי שקיים בגרף העולמי. ניתוח המשקעים הראה, שלא חל שינוי מהותי עד שנת 2011 בכמויות המשקעים השנתיים וכן בחלוקה העונתית שלהם במהלך 90 השנים האחרונות. עם זאת, אין מגמות אלה מעידות על השינויים שיתרחשו בעתיד.

על פי דיווחי השירות המטאורולוגי לעונת הגשמים 2014/2015 הייתה זו שנה גשומה מהרגיל, כאשר ברוב הארץ ירדו בין 110%-130 מהמוצע, ובדרום מדובר בעונה

מין הפטרייה	הופעה רגילה	דיווח אחרון להופעה ב-2015
גושית צהבהבה <i>Boletus impolitus</i>	דצמבר-פברואר	28.04.15
אמנית ביצתית <i>Amanita ovoidea</i>	נובמבר-פברואר	28.04.15
לבדית האלון <i>Xerocomus dryophilus</i>	נובמבר-פברואר	6.05.15
חרפית חרבה <i>Russula pseudodelica</i>	דצמבר-ינואר	6.05.15
סיבית אגסית <i>Inocybe pyriodora</i>	ינואר-מרס	10.05.15
כרסנית הגליל <i>Macowanites galileensis</i>	דצמבר-ינואר	10.05.15
כמהין <i>Terfezia boudiei</i> <i>Tirmania nivea</i>	ממרס-מאי	24 בדצמבר עד תחילת מאי 2015
פמוטית מצויצת <i>Phellorina herculeana</i>	דצמבר-מאי	18.06.15

Table: Fruiting time of mushroom species.

טבלה: מיני הפטריות וזמני הופעתן.

אפיון הידרופדולוגי של מדרונות בשני אגני היקוות חקלאיים סמי ארידיים: הגדי ושמריה בצפון הנגב בישראל

נפתלי גולדשלגר¹, רועי אגוזי¹ ויוסי שחר²

¹ התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות

² האוניברסיטה העברית בירושלים

מושגים

פדולוגיה – חקר האדמה, תחום מחקר מדעי העוסק בלימוד קרקעות, היווצרותן והתפתחותן.
קלציום – אופקים עם תכולת גיר גבוהה.
קולוביום – שכבת בלית בלתי יציבה המכסה מדרונות.
ליתוסול – קרקע המתאפיינת באופק עליון המונח על סלע חשוף. המרקם שלה גס, מחשוף סלע רבים ומכילה גיר.
סדימנטים קלסטיים – תת-קבוצה בסלעי משקע, המורכבת משברי סלעים אחרים.

תקציר

הבנת הקשר בין המאפיינים הפדולוגיים והטופוגרפיים של המדרונות החקלאיים בצפון-מערב הנגב לבין משטר המים ותהליכי היווצרות הנגר העילי, עשויה לסייע בפיתוח החקלאות וייעוד השטחים לגידולים מתאימים. בחנו קשר זה באגני היקוות קטנים, שבהם מצויים מדרונות מעובדים, המאפיינים את אזור גבעות הלס של צפון-מערב הנגב. נמצאה התאמה חיובית בין השינויים בהרכב המכני, קרי התפלגות גודל חלקיקי הקרקע לאורך המדרונות, לבין תכולת המלחים בקרקע. בראש המדרון נמצאו אחוזי החרסית והמלחים הגבוהים ביותר וערכי חול נמוכים; אחוזי חול גבוהים נמצאו במרכז המדרון. ממצאים אלה מוסברים על ידי שילוב של תאחיזת מים גבוהה ושיעורי התאדות גבוהים מהקרקע. יתר על כן, מדידות תכולת הרטיבות בערכים נמוכים מערכי קיבול השדה לאורך המדרון מצביעות על חידור של מי הגשם למרות הקרום הפיסיקלי שנוצר בגלל מכת טיפת הגשם. כלומר, גם אם נוצר נגר עילי בחלקים שונים של המדרון הוא אינו זורם ברצף לאורך המדרון ונספג בקרקע. המסקנה המתקבלת היא, שקיים קיטוע הידרו-גיאומורפולוגי במדרון ובין המדרון לאפיק.

מילות מפתח: קטאנה, הידרופדולוגיה, נגר, לס, הידרולוגיה.

מבוא

שרשרת קרקעות במדרון (Catena) מוגדרת כ"שורה של קרקעות ממוצא אחיד, השונות זו מזו בתכונותיהן עקב השיפוע ותנאי ניקוז שונים" (דן, פיין ולביא, 2007). יצירת שרשרת קרקעות (קטאנה) תלויה בשני גורמים עיקריים: (1) אספקה/אי-אספקה של חומר קרקעי; (2) המשטר ההידרולוגי לאורך המדרון. הגורם הראשון מתייחס להסעה של חומר ממעלה המדרון למורד, כך שלאורך זמן מתקבלים שינויים בעובי ובהרכב המכני של הקרקעות לאורך המדרון (ארזי, 1982). הגורם השני מתייחס לחידור המים לקרקע ולזרימתם כנגר עילי, כך שבמעלה המדרון תנאי השטיפה של הקרקעות שונים מתנאי השטיפה של הקרקעות במורד המדרון (Sommer & Schlichting, 1997; Wieder & Yaalon, 1985). לאורך זמן, אם תנאי השטיפה מוגבלים במעלה ביחס למורד המדרון, הרי שתהליך זה עשוי לגרום להצטברות מלחים בחלק העליון של המדרון. מכאן, שסוג המלחים וריכוזם בקרקע עשויים להעיד על תנאי השטיפה של הקרקע. סדר המסיסות הוא מלח בישול-גבס-גיר ולכן באזורים שבהם השטיפה מוגבלת יתפתחו אופקי גבס (Bgyp), ובאזורים שבהם השטיפה רבה יותר יתפתחו אופקים גירניים (Bca), כאשר המלח והגבס נשטפים מטה. באזורים שטופים פחות, הגיר לא יישטף ונקבל אופק גבס מתחתיו; באזורים צחיחים נקבל אופק מלח, כלומר עשויה להיות השקעה סלקטיבית של מלחים (ארזי, 1982; Dan & Yaalon, 1982). לעומת זאת, באזורים צחיחים עשוי להימצא דגם אחר של שרשרת קרקעות (Yair, 1990), שבו בקולוביום שבמעלה המדרון מתפתחים אופקים שטופים יותר מאשר בקרקעות הקולוביום שבמורד, שהן מליחות יותר. לתופעה זו קיימות גם עדויות בוטניות וזואולוגיות, המחזקות את הימצאותה של שרשרת קרקעות חריגות באזורים אלו. העדויות הן טיפוסי צומח ובעלי חיים המתאימים למליחות ויובשניות הקרקע. במקומות שבהם המים מתרכזים וחדרים לקרקע (כסי קרקע וקרקעית הערוצים) צומחים בני-שיח מדבריים וצמחים חד-

ההידרולוגית 2014/15 נמדדו 10 גאוויות בהגדי ו-4 גאוויות בשמריה (מתייחס למדידות בתחנה הידרומטרית, שלה שטח תורם של 5 קמ"ר).

מדרון נחל הגדי גובל בחלקו הצפוני של אגן נחל פטיש, שבצפון הנגב. גובה האזור נע בין גבהים של 130-140 מ' מעל פני הים. פנות המדרון צפון-מערבית ואורכו כ-400 מ', עם שיפוע ממוצע של 4%. באמצעות בדיקות מעבדה נמצא, כי הקרקע השולטת באזור היא לס חולי-סייני-חרסיתי ולס סייני-חרסיתי, זאת על בסיס בדיקות מעבדה של הרכב מכני שביצענו. על המדרון מצויים גידולי בעל של חיטה. חלקו של המדרון הסמוך לאפיק מתאפיין בטופוגרפיה תלולה יותר ושיפוע ממוצע של כ-8%. בחלקו התחתון של המדרון אובחנו תהליכי נסיגה פעילים של ראשי ערוצים, המאפיינים את אזור פשט ההצפה של ערוץ נחל הגדי. ביחידה התחתונה של המדרון קיימת חגורת יער נטע אדם של מיני עצי איקליפטוס ואורנים.

מדרון נחל שמריה ממוקם בחלקו הצפוני של אגן נחל פטיש. גובה האזור נע בין 160-170 מ' מעל פני הים. אורך המדרון מהמעלה למורד הוא כ-200 מ', עם שיפוע של כ-6% במפנה דרום-מזרחי. נחל שמריה חתור בחלקו המזרחי בסדימנטים הקלסטיים ובחלוקים הנמצאים על גבי הסלע האיאווקני. ישנו ריכוז גדול של חלוקי נחל בגודל של בין 10-15 ס"מ בחלקו העליון של המדרון. המדרון מאופיין בקרקעות לס, השיפועים באזור זה מגיעים עד ל-10%. הגידול העיקרי במדרונות הוא של חיטה זרועה. בתחתית האפיק קיימת לחות קבועה במשך כל השנה, ככל הנראה ממי תהום גבוהים.

שיטות העבודה

לצורך מענה על שאלת המחקר נדרשים נתונים על אודות המשטר ההידרולוגי ויחסי נגר-גשם על גבי המדרונות באזורים אלה, המושגים באמצעות מדידות ישירות וניסויי

שנתיים מהירי צמיחה (Yair, 1987). השוני הזה הוסבר על ידי שני רכיבים: (1) תכונות פני השטח; (2) שונות במאפייני הגשם. הרכיב הראשון מתייחס ליחס קרקע/סלע – סף הגשם הנדרש ליצירת נגר באזורים סלעיים הוא נמוך יחסית, כך שגם בסופות בעלות עוצמת גשם נמוכה נוצר נגר עילי (Yair & Lavee, 1985). הרכיב השני מוסבר על ידי אופי הגשם – באזורים ים-תיכוניים הגשם רציף ורב יותר מאשר באזורים צחיחים, שבהם עוצמות הגשם יכולות להיות גבוהות, אולם משך הגשם קצר מאוד (לביא, 1981; Yair & Yair, 1987; Lavee, 1985; Yair & Kossovsky, 2002).

המחקר המדווח כאן עוסק בשאלה – האם בגבעות הלס של צפון-מערב הנגב מתקיימת שרשרת קרקעות (קלאסית) או שרשרת קרקעות מדבריות בעלות אופי שונה? מענה על השאלה עשוי להכתיב את ממשק הגידול בשטחים החקלאיים (סוג הגידול, אופי העיבוד של הקרקע וכדומה). מטרת העבודה הנוכחית היא ללמוד ולהבין את תכונות הקרקע כתלות במשטר המים לאורך המדרון, באזורים צחיחים-למחצה, ואת השפעתם על ההתנהגות ההידרולוגית של מדרונות הלס בצפון הנגב.

אתרי המחקר

המחקר בוצע בשני אגני היקוות חקלאיים קטנים של נחל הגדי ונחל שמריה, באזור גבעות הלס של צפון-מערב הנגב. הבחירה בשני אגני היקוות אלה נעשתה מכיוון שלדעתנו הם מייצגים את השטחים החקלאיים בגבעות הלס של צפון-מערב הנגב. למרות הדמיון בין שני האגנים במספר מאפיינים (ראו טבלה), הרי שבאגן הגדי, ששטחו כ-11 קמ"ר, נמדדו מספר רב יותר של גאוויות ביחס לאגן ההיקוות של נחל שמריה, ששטחו התורם גדול יותר כ-27 קמ"ר (המחקר הנוכחי מתמקד בסעיף של נחל שמריה, המנקז כ-5 קמ"ר בלבד). לדוגמה, בין השנים 1994-1998 נמדדו באגן הגדי 14 גאוויות ואילו באגן השמריה נמדדו 4 גאוויות בלבד, ובשנה

מאפיין	הגדי	שמריה
שטח אגן היקוות (קמ"ר)	11.7	5
שימושי קרקע חקלאי (%)	86	95
עובי גשם ממוצע רב-שנתי (מ"מ)*	230	230
צפיפות ניקוז (קמ"ר/קמ"ר)	2	2
שיפוע אפיק ראשי (מ/מ)	0.009	0.011
אורך אפיק ראשי (ק"מ)	4.8	4

טבלה: מאפיינים עיקריים של אגני היקוות הגדי ושמריה. נתוני הגשם מתייחסים לתחנת גילת הסמוכה לשני אתרי המחקר.

דוגמאות הקרקע שנאספו לשתי קבוצות של קרקעות: לס חולי-סייני-חרסיתי ולס סייני-חרסיתי. הקרקע במדרון נבחנה בשני ממדים: בממד האנכי ובממד האופקי. באמצעות ניתוח של דוגמאות הקרקע, בהתאם לפרופיל העומק באגן הגדי, נמצא שקרקעות סייניות-חרסיתיות אופייניות לאופקים עמוקים יותר, כלומר נמצאה עלייה באחוזי החרסית כלפי העומק במספר רב של קידוחים מתחת לשכבת החרשי. מגמה זו בולטת בקידוח 1 שבמעלה המדרון, שבו נמצא שינוי בולט בין פני השטח עם 36% תכולת חרסית עד לעומק של 60 ס"מ, שבו תכולת החרסית מגיעה לערך של 45%. ברוב הקידוחים העלייה כלפי העומק בתכולת החרסית מתונה יותר מאשר קידוח 1. בקידוח 6, המגמה של העלייה כלפי העומק ממשכה עד עומק של 110 ס"מ, ובקידוח 7 (המייצג את האפיק) לא נמצא שינוי כלפי העומק. בעומק שבין 40-80 ס"מ לא נמצא שינוי בתכולת אחוז החרסית במרבית הקידוחים, למעט קידוחים 1, 2 בראש המדרון, שבהם נמצאו ערכים גבוהים יותר בעומק זה בהשוואה לשאר הקידוחים. המגמה הכללית של השינויים באחוזי החרסית בין הקידוחים מבוססת ביחס הבא: $2 < 1 < 3 < 4 < 5$. כלומר, ראש המדרון עשיר בחרסית ביחס למורד המדרון, ואמצע המדרון מאופיין בתכולת אחוז חרסית הנמוכה ביותר. המקטע הסילטי במדרון הגדי מאופיין במגמה של ירידה בתכולת הסילט באחוזים כלפי העומק ולאורך פרופיל המדרון בקידוחים 1, 2, 5, 7. בקידוח 1 נמצאו הערכים הגבוהים ביותר של סילט מבין כל הקידוחים, בדומה לערכי תכולת החרסית (42% בעומק 60 ס"מ). בקידוחים 3, 4 נמצא שינוי מועט כלפי העומק, מגמה שנמשכת עד עומק של 80 ס"מ. בקידוח 6 נמצאה עלייה עד עומק של 60 ס"מ ואחר כך ירידה, ושוב עלייה החל מעומק של 80 ס"מ עד לעומק של 110 ס"מ. בעומק של 60 ס"מ קידוחי המעלה (1-4) מתכנסים לערכים דומים, ובעומק של 80 ס"מ קידוחי המורד (5-7) מתכנסים לערכים נמוכים ודומים – אלו גם הערכים הנמוכים של הסילט מבין כל הקידוחים בעומק זה. המגמה הכללית של השינויים באחוזי הסילט בקידוחים מצביעה על היחס הבא: $1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6 < 7$, כלומר ראש המדרון (קידוחים 1 ו-2) עשיר בסילט ביחס לשאר חלקי המדרון.

המקטע החולי משלים את ההרכב המכני של הקרקעות עם ירידה באחוזי החול כלפי העומק (עד לעומק של 60 ס"מ): בקידוחים 1, 2, 3, 6. בקידוח 1 שבמעלה המדרון נמצאו הערכים הנמוכים ביותר של תכולת החול, בהשוואה ליתר הקידוחים, עם 18% בלבד בעומק של 60 ס"מ מפני השטח. במספר קידוחים (2, 6), החל מעומק של 60 ס"מ עד לעומק של 80 ס"מ, נמצאה עלייה כלפי העומק. בקידוח 7 העלייה מתחילה בעומק של 20 ס"מ. בקידוח 4 אין שינוי כלפי העומק. בעומק של 60-80 ס"מ, קידוחי המורד (5-7) מתכנסים לערכים גבוהים ודומים – אלו הערכים הגבוהים ביותר מבין כל הקידוחים בעומק זה (40%). בקידוח 6, החל

מטרה. אולם תצפיות ומדידות בזמן אמת של תהליכי היווצרות נגר עילי ושל קצב שטיפת הקרקעות קשים לביצוע, מכיוון שבאזורים צחיחים וצחיחים-למחצה, משך הגשם קצר מאוד וקישוריות הידרולוגית מתקיימת רק בסופות קיצוניות (לביא, 1981; Yair & Kossovsky, 2002). אחת האפשרויות להתמודד עם מורכבות זו היא לנתח את מאפייני הקרקע של המדרון כביטוי להשפעת משטר המים לאורכו, כיוון שתהליכי היווצרות הקרקע (פדוגינזה) תלויים בקישוריות ההידרולוגית, כלומר, במידת הרציפות בין מעלה המדרון למורד, המאפשרת זרימת נגר עילי לאורך המדרון.

עבודת המחקר נערכה במספר שלבים ובשילוב של שיטות שדה, מעבדה ומיפוי באמצעות מערכת מידע גיאוגרפית (ממ"ג) וחישה מרחוק. בשלב הראשון הוגדרו ואופיינו שטחי המחקר והאגנים והותקנו תחנות הידרומטריות במורד האגנים. בשלב השני, נעשה איסוף הנתונים ובוצע ניתוח שכבות המידע הקיימות בממ"ג. בשלב השלישי, הנתונים עובדו ונותחו בצורה פרטנית עבור כל מדרון ונערכה השוואה בין המדרונות.

מיפוי: מדידת הגבהים לאורך המדרון באגנים הגדי ושמריה נעשתה באמצעות GPS דיפרנציאלי של חברת Trimble. בכל מדרון נלקחו נקודות במרווחים אופקיים של כ-10 מ' אחת מהשנייה והועלו על תוכנת Excel, ומהן חושב פרופיל המדרון.

דיגום הקרקע: דיגומי קרקע בוצעו לאורך המדרון במספר נקודות במרווחים אופקיים בין 20 ל-30 מ'. הדיגום בעומק הקרקע בוצע במרווחים של 20 ס"מ מפני הקרקע. דוגמאות הקרקע הועברו למעבדת שירות שדה בנווה יער, לצורך בדיקות של הרכב מכני (אחוז חול, סילט וחרסית) וכימיה: יוני גופרה, נתרן, כלוריד, מוליכות חשמלית (Electric Conductivity; EC), המבטאת את מליחות הקרקע ואת מנת ספיחת נתרן בתמיסת הקרקע במיצוי עיסה רוויה, כולל מדידת Ca (Sodium Adsorption Ratio; SAR). ההנחה היא, שהשינויים הכימיים והפיסיקליים נבעו מהשינויים בזרימת המים בקרקע ובתת הקרקע ויאפשרו להסביר את שינויי המליחות והמוליכות החשמלית לאורך החתך.

דיגום לחות הקרקע: במהלך תקופת הדיגום (2011-2012) נלקחו דוגמאות קרקע עד עומק חזית ההרטבה במרווחים אנכיים של 20 ס"מ ובהן נקבעה הרטיבות המשקלית בקרקע לאחר ייבושה ב-105 מ"צ. פעולה זו בוצעה מספר פעמים במשך עונת הגשמים בשנה ההידרולוגית 2011/12.

תוצאות

הרכב מכני במדרון הגדי

ההרכב המכני של דוגמאות הקרקע במדרון הגדי תואר באמצעות משולש המרקם. על פי המרקם, ניתן לקבץ את

20 ס"מ. הערך הגבוה ביותר של ערכי ה-EC נמצא בקידוח 2 בעומק 40 ס"מ. בקידוחי המורד (4-5) אין כמעט שינוי במגמה כלפי העומק. מגמה זו נשמרת עד לעומק של 110 ס"מ בקידוח 5, המגיע ל-1 dS/m.

נראה, אם כן, שנוסף לכך שהמליחות יורדת לאורך המדרון, במעלה המדרון – בשני מקומות בחלק העליון של המדרון – נוצר אופק מלח החל מעומק של 40 ס"מ.

בנחל הגדי נמצאה עלייה חדה בערכי ה-Na כלפי העומק בקידוחי המעלה (1, 3), החל מעומק של 20 ס"מ. בקידוחי המורד (4-7) עד עומק של 60 ס"מ אין שינוי במגמה כלפי העומק, אך החל מעומק של 60 ס"מ נמצאה עלייה מתונה כלפי העומק בערכי ה-Na. מגמות אלו נשמרות עד עומק של 80 ס"מ, ובקידוח 6 עד עומק של 110 ס"מ.

בנחל שמריה נמצאה עלייה חדה בערכי ה-Na כלפי העומק בקידוחי המעלה (1, 2), החל מעומק של 20 ס"מ. קידוח 2 הוא עם תכולת הנתרן הגבוהה ביותר בעומק 40 ס"מ. בקידוחי המורד (3-5) אין כמעט שינוי במגמה כלפי העומק. מגמות אלו נמשכות עד לעומק של 60 ס"מ ובקידוח 5 עד לעומק של 110 ס"מ, ותואמות את מגמת ה-EC לעיל.

בחתי הגדי והשמריה ערכי ה-SAR (ביטוי לנתרניות הקרקע) נמצאים במגמת עלייה, החל מערכים של 2 בבסיס המדרון עד לערכים של 6 במעלה המדרון, בעומק של 60 ס"מ ויותר (שחר, 2014). העלייה בערכי ה-SAR בראש המדרון מרמזת על שטיפה מוגבלת באזור זה.

נמצא דמיון בין גרף ה-Na בנחל הגדי לגרף ה-SAR בנחלי הגדי והשמריה, המאפשר לנו לעקוב אחרי הקשר בין Na ל-SAR, שהוא מדד חשוב ביותר מבחינת ניתרון הקרקע. בנחל הגדי, תכולת ה-SO₄ בקידוח 1 נמצאה במגמת עלייה, החל מעומק של 20 ס"מ. בשאר הקידוחים אין שינוי במגמה של תכולת ערכי ה-SO₄ לכיוון העומק והערכים נשארים דומים. מגמות אלו נמשכות עד עומק של 80 ס"מ, ובקידוח 6 עד עומק של 110 ס"מ והן תואמות במידה חלקית את מגמת ה-EC (בקידוח 1 בלבד).

באגן נחל שמריה, החל מעומק של 20 ס"מ, נמצאה עלייה מועטה באחוזי ה-SO₄ כלפי העומק בקידוחי המעלה (1, 2). קידוח 2 הוא עם הערך הגבוה ביותר בעומק של 40 ס"מ. בקידוחי המורד (3-5) אין כמעט שינוי במגמה כלפי העומק. מגמות אלו נמשכות עד לעומק של 60 ס"מ ובקידוח 5 עד לעומק של 110 ס"מ והן תואמות במידה מסוימת את מגמת ה-EC.

בסך הכול, שטיפת הגבס בקידוחי המעלה מבחינת ממדיה קטנה משטיפת הנתרן.

בבדיקות הכימיות נמצאה שונות בין מעלה המדרון לשאר חלקיו בשני המדרונות: הערכים הכימיים הגבוהים ביותר נמצאו בעומק הקידוחים במעלה המדרון והם דועכים כלפי

מעומק של 80 ס"מ, יש ירידה כלפי העומק עד לעומק של 110 ס"מ. המגמה הכללית של השינוי באחוזי החול לאורך פרופיל המדרון היא: 1<2<3<6<7<4<5, כלומר, חלקו האמצעי של המדרון הוא החולי ביותר ומעלה המדרון מאופיין באחוז הנמוך ביותר של מרקם חולי.

ההרכב המכני במדרון שמריה

ההרכב המכני של מדרון שמריה מתייחס למקטעי הגודל <2 מ"מ, כלומר, ללא התייחסות לחלוקי הנחל הנמצאים בקרקע המדרון ומאפיינים אותה (ראה בתיאור אתר המחקר). תוצאות ניתוח ההרכב המכני מצביעות על אופי אחיד יותר של דוגמאות הקרקע של סין-חרסית. עם זאת, נמצא הבדל ניכר בין תכולת החרסית בקרקע בקידוחים שנעשו במעלה המדרון לאלו שבמורד: בדומה למגמה במורד הגדי, ריכוז החרסית הגבוהה ביותר הוא במעלה המורד. המגמה הכללית של השינוי בתכולת החרסית בין הקידוחים הוא: 4<5<3<2<1.

המגמה הכללית של אחוזי הסילט בין הקידוחים מצביעה על הכיוון הבא: 5<4<1<2<3, כלומר בדומה למדרון הגדי, מעלה מדרון השמריה עשיר בסילט ביחס לשאר חלקי המדרון, עם ירידה בתכולת הסילט לכיוון תחתית המדרון.

הבדל ניכר נמצא במרקם החולי בדוגמאות הקרקע של קידוחי המעלה (1-3) לאלו שבמורד המדרון: הקידוחים במעלה הם עם אחוזי חול הנמוכים יותר (26%) מאלו שבמורד (4-5), ומגיעים לערכים של 50% בעומק של 40 ס"מ. חלקו האמצעי של המדרון הוא החולי ביותר ובדומה למדרון הגדי, מעלה המדרון מאופיין באחוז הנמוך ביותר של מרקם חולי.

כימיה של הקרקע

נתונים כימיים, שהתקבלו עבור מדרון הגדי, מלמדים כי הערכים הגבוהים ביותר נמצאו בחלק העליון של המדרון, אשר עשיר בחרסית. ערכים נמוכים יותר נמצאו בקידוח 2. לא נמצאו שינויים מהותיים לאורך המדרון עם עומק על פני מרחק של 200 מ'. באגן הגדי, מתחת לשכבת החריש, החל מעומק של 20 ס"מ נמצאה עלייה בערכי ה-EC עם העומק בקידוחים במעלה המדרון (1, 3) עד 2.5 dS/m. בקידוחים במורד המדרון (4-7), עד עומק של 60 ס"מ לא נמצא שינוי בערכי ה-EC. הכיוון הכללי של השינוי ב-EC בין הקידוחים לעומק (החל מעומק 20 ס"מ) מצביע על המגמה הבאה: 7<6<5<4<2<3<1.

קיימת התאמה בין ה-EC להרכב המכני במיקומים שונים (שחר, 2014).

בנחל שמריה נמצאה מגמה דומה, עלייה בערכי ה-EC כלפי העומק בקידוחי המעלה (1, 3) עד 4 dS/m מעומק של

גודל השטח התורם. הסבר לכך עשוי להימצא מניתוח של צורת ההידרוגרף. אירועי הזרימה בנחלים מאופיינים בצורת ההידרוגרף טיפוסי: הענפים העולה והיורד של ההידרוגרף הם תלולים וחדים. צורה כזו של ההידרוגרף מצביעה על תרומת נגר ממקור מקומי בסמיכות לערוץ הנחל ולתחנה ההידרומטרית ועל ניקוז מהיר. ניתוח מפורט יותר יוצג בעתיד.

דיון ומסקנות

הגישה במחקר זה היא רב-תחומית, שילוב של ניתוח תהליכים הידרולוגיים עכשוויים ותהליכים פדולוגיים ארוכי-טווח. הגישה מתאימה במיוחד לאזורים יבשים, שבהם למאפייני השטח תפקיד חשוב ביחסי נגר-גשם ותכונות קרקע. גישה זו באה לידי ביטוי במחקרים האחרונים בנושא קישוריות/חיבוריות הידרולוגיות (לדוגמה, Bracken & Croke, 2007; Reaney-Sommer & Schlichting, 1997; Bracken et al., 2013). הקישוריות ההידרולוגית נשלטת על ידי מספר גורמים: יחסי קרקע-סלע לאורך המדרון, המבטאים את יכולת פני השטח לייצר נגר; טופוגרפיה; אורך המדרון; שונות במשקעים בזמן ובמרחב, ושימושי הקרקע השונים (Yair & Lavee, 1985; Bracken & Croke, 2007).

הנתונים שהתקבלו במחקר מצביעים על ניתוק תפקודי בין המדרונות והערוץ הסמוך.

תנאי השטיפה של הקרקעות במדרונות אינם אחידים. מעלה המדרון באגני נחל הגדי והשמריה מאופיין בתנאי שטיפה טובים יותר ביחס לאמצע המדרון. כלומר, גם אם נגר עילי מתפתח על גבי המדרון הוא נספג בקרקע לאחר מספר מטרים ולא מגיע למורד, לפיכך מתקיים קיטוע בין מעלה לבסיס המדרון.

תנאי השטיפה במורד המדרון מתקיימים בנפרד מהמעלה, במרבית אירועי הגשם. ממצא זה נתמך על ידי הנתונים הפדולוגיים ומבוסס על ניתוח ההרכב המכני, המאפיינים הכימיים וערכי הרטיבות של הקרקע ותואם לממצאים מהמדידות ההידרומטריות. החלק התלול של ההידרוגרף מעיד על תרומה מהירה של נגר מהאזורים הסמוכים לאפיק ועל ניקוז מהיר בסמיכות לערוץ הנחל ולתחנה ההידרומטרית וככל הנראה לא כלל השטח התורם נגר. ההסבר המוצע הוא, שבתנאי הגשם הנוכחים של עוצמות גשם נמוכות, קרקע הלס קולטת את רוב מי הגשם וכתוצאה מכך הסיכויים ליצירת נגר נמוכים. כאשר נוצרת זרימה, זמנה קצר מאוד והיא אינה רציפה. הערכים המרביים של רטיבות שנמדדו – 27% בגדי ו-20% בשמריה – מעידים על תנאי קצה של לחות הקרקע, שלא עברה בעונת המדידות את קיבול השדה שלה. מכיוון שגם עוצמות הגשם נמוכות, יצירת הקרום מעטה והשפעתו קטנה, כך שגשם היורד במעלה המדרון נספג, חודר ומחלחל אל הקרקע ולא נוצר נגר עילי בחלק זה של המדרון, מכאן,

המורד. שילוב תוצאות ה-EC והנתרן מצביע על התאמה בין המשתנים העיקריים אשר מכתבים את העלייה בערכי ה-EC בהשוואה לערכי ה- $R^2=0.9081$ Na (שחר, 2014). בנחל שמריה אין מספיק תצפיות כדי להסיק מובהקות סטטיסטית, אולם התוצאות הן עם אותן מגמה: ההתאמה הטובה ביותר נמצאה עבור ה-EC (שחר, 2014).

גשם

אתרי המחקר נמצאים באגן הפטיש, שבו כמות המשקעים השנתית הממוצעת מגיעה ל-230 מ"מ.

נתוני הגשם במהלך המחקר נלקחו מתחנת גילת, הנמצאת במרחק של כ-6 ק"מ מנחל הגדי, ולה בסיס נתונים הקרוב יותר לאתרי המדידה.

במהלך עונת הגשם 2011/12 ירדה כמות משקעים של 265.1 מ"מ. אירוע הגשם הגדול ביותר היה בין 4-7/11/11 עם כמות גשם של 50 מ"מ. במהלך עונת הגשם 2012/13 ירדה כמות משקעים של 205 מ"מ – מתחת לממוצע הרב-שנתי. במהלך שנה זאת היו 10 אירועים עם עובי גשם מעל 10 מ"מ.

לחות הקרקע באגן נחל הגדי

טווח הערכים הכללי של לחות הקרקע באגן הגדי ובאגן שמריה בשנות הדיגום נמצא בין 25%-3. ערך הלחות הגבוה ביותר (27%) התקבל בקידוח 7 באפיק הגדי, לאחר אירוע הגשם המשמעותי ביותר במשך העונה, הן מבחינת כמות הגשם, משך הסופה ועוצמת הגשם המרבית בעונה. ניתן להבחין, כי בנחל הגדי במעלה המדרון ערכי הלחות נמצאו בטווח רחב של ערכים 25%-3, בעוד שהערכים במורד הטווח מצומצמים יותר ונעים בין 19%-5. נמצא כי ערכי הלחות יורדים גם כפונקציה של העומק: אחוזי הלחות יורדים מערך מרבי של 25% בעומק של 10 ס"מ בחלקו העליון של המורד לערך נמוך של 11% בעומק של 50 ס"מ מפני הקרקע. ניתן להבחין כי ערכי הרטיבות לא משתנים כפונקציה של המרחק מן האפיק. בנחל שמריה טווח הערכים הכללי של הלחות לכל העונה לאורך המדרון (לא כולל האפיק) הוא פחות מ-25% (עדיין פחות מקיבול השדה של כ-30%). ממוצע הלחות הגבוה ביותר (18.5%) התקבל בקידוח 5 (שחר, 2014), לאחר אירוע הגשם המשמעותי ביותר במשך העונה, הן מבחינת כמות הגשם, משך הסופה ועוצמת הגשם המרבית.

הידרולוגיה

הגאוויות בנחל הגדי מתאפיינות בספיקות שיא נמוכות (>2 מ"ק שנייה) ונפחי נגר עילי קטנים ביחס לפוטנציאל

שחר, י. (2014). השתנות תכונות הקרקע לאורך גרדינט אקלימי בשולי המדבר (עבודת גמר). האוניברסיטה העברית בירושלים.

Bracken, L.J. & Croke, J. (2007). The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. *Hydrological Processes*, 21: 1749–1763.

Bracken, L.J., Wainwright, J., Ali, G.A., Tetzlaff, D., Smith, M.W., Reaney, S.M. & Roy, A.G. (2013). Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, pathways and future agendas. *Earth Sciences Reviews*, 119: 17–34.

Dan, J. & Yaalon, D.H., 1982. Automorphic saline soils in Israel. *Catena Suppl.*, 1:103–115.

Reaney-Sommer, M. & Schlichting, E. (1997). Archetypes of catenas in respect to matter – a concept for structuring and grouping catenas. *Geoderma*, 76: 1–33.

Wieder, M. & Yaalon, D.H. (1985). Catenary soil differentiation on opposite-facing slopes related to erosion-deposition and restricted leaching processes, northern Negev. *Israel Journal of Arid Environments*, 9: 119–136.

Yair, A. (1987). Environmental effects of loess penetration into the northern Negev Desert. *J. Arid Environm.*, 13: 9–24.

Yair, A. (1990). The role of topography and surface upon soil formation along hillslopes in arid climates. *Geomorphology*, 3: 287–299.

Yair, A. & Kossovsky, A. (2002). Climate and surface properties: Hydrological response of small arid and semi arid watersheds. *Geomorphology*, 42: 43–57.

Yair, A. & Lavee, H. (1985). Runoff generation in arid and semiarid zones. In: M.G. Anderson & T.P. Burt (Ed.), *Hydrological Forecasting* (183–220 pp.). Chichester: Wiley & Sons.

שאיורועי הגשם השכיחים לא מאפשרים יצירה של זרימת נגר עילי רציף.

ראוי לציין, כי השטיפה המוגבלת בתחום המחקר הוזכרה על ידי Wieder & Yaalon (1985) בהתייחסותם ל"תהליכי השטיפה המוגבלים" של הקרקעות באזור הנגב הצפוני. לפי נתונים אלו, לאורך שני מדרונות המחקר לא קיימות קאטנות קלאסיות. אם הייתה קאטנה לאורך המדרון היינו מצפים שהחומר הדק שהושקע במעלה המדרון ייסחף ויושקע בבסיס המדרון ושתהליכי השטיפה יהיו הדרגתיים לאורך כל המדרון ומוגברים יותר בבסיס. נתונים אלו מצביעים על האפשרות שלא קיימת רציפות בזרימות לאורך המדרון, אלא קיים קיטוע בין מעלה המדרון למורדו.

לקרקע במעלה המדרון, בגלל אחוז החרסית היחסית גבוה, כושר קיבול שדה גבוה של כ-30% ותנועת מים איטית. תאחיזת מים גבוהה, בשילוב עם אידי, גורמת להעלאת ריכוז המומסים בקרקע.

בשאר חלקי המדרון הקרקע פחות חרסיתית ולכן תאחיזת המים יורדת והחלחול גבוה יותר.

מקורות

ארזי, א. (1982). יחסי קרקע-נוף באזור הגבעות של שדה-בוקר (עבודת גמר), אוניברסיטת בר-אילן.

דן, י., פיין, פ. ולביא, ח. (עורכים). (2007). קרקעות ארץ ישראל. המכון לחקר מדיניות קרקעי.

לביא, ח. (1981). תפרוסת השטחים המדרוניים התורמים נגר עילי לאפיק באזור צחיח (עבודת דוקטורט). האוניברסיטה העברית בירושלים.

התנוונות ותמותה של עצי אורן החוף (*Pinus pinaster*) ביער הנטוע בישראל

ציון מדר¹, עמי זהבי², רועי הראל³, אילון כלב⁴, ניר הר⁵ ועמרי בונה³

¹ אנטמולוג ראשי לשעבר, אגף הייעור, קק"ל

² מנהל מדור אקלים והשבחה לשעבר, אגף הייעור, קק"ל

³ המדען הראשי, קק"ל

⁴ מנהל מדור אקלים והשבחה, אגף הייעור, קק"ל

⁵ מהנדס יער, מרחב הצפון, קק"ל

zionmadar@gmail.com

תקציר

תופעה של התנוונות ותמותה של אורן החוף (*Pinus pinaster* Aiton) בישראל נצפתה באזורים גיאוגרפיים שונים ובסוגי קרקע שונים, לאורך מישור החוף על קרקעות חוליות (אילנות, שדות ים) ובאזורים הרריים, מיער קרן הכרמל ועד צפון רמת הגולן, על קרקעות בזלתיות, טרה-רוסה ורנדזינה חומה. גורמי התמותה אינם ברורים לגמרי, אך נראה שחלקם קשורים ביובש המתמשך ובהיעדר גשמים במהלך חודשי הקיץ בישראל. במספר אתרים מצומצם נצפתה התפתחות בינונית עד טובה, אך נראה כי אורן החוף אינו שורד לאורך זמן בתנאי הגידול בישראל. עד לביורר כל הגורמים לאי-הצלחתו של מין זה לא מומלץ לנטוע את אורן החוף ביער, אלא למטרות מחקר בלבד.

מילות מפתח: אורן החוף, התנוונות, תמותה, בצורת.

מבוא

אורן החוף (*Pinus pinaster* Aiton), הנקרא גם אורן ימי (Maritime pine), הוא מין מחטני שתפוצתו הטבעית במערב הים התיכון משתרעת מצפון-מערב איטליה במזרח ועד לחופי האוקיינוס האטלנטי בצרפת ופורטוגל במערב (איור 1). בית גידולו הדרומי ביותר הוא רכס הרי האטלס במרוקו (Eckenwalder, 2009). תחום תפוצתו של אורן החוף בעולם הורחב מאוד על ידי נטיעות למטרות שונות, כגון: הפקת שרף ועצה לנגרות, הפקת חומרים רפואיים וייצוב דיננות חול. מין זה אוקלם בבריטניה כבר במאה ה-17 (Mitchell, 1974) ומאז ניטע בארצות רבות מחוץ לגבולות בית גידולו הטבעי – בלגיה, טורקיה, יוון, קרואטיה, דרום-אפריקה, ניו-זילנד, אוסטרליה, ארה"ב, צ'ילה, ארגנטינה ואורוגוואי. מין זה מוגדר כיום כמין פולש בבתי גידול שונים במדינות שבהן אוקלם,

לדוגמה, באורוגוואי התפשט אורן החוף בדיננות באזור החופי, באוסטרליה הוא נפוץ בצדי דרכים וביערות איקליפטוס, ובניו-זילנד נפוץ במדרונות עשבוניים, מצוקים, יערות אשר נכרתו ובשיחיות (Shrubland) (Henderson, 2001).

אורן החוף מגיע לגובה של 25–40 מ' ולקוטר גזע של 1.5–1 מ'. הוא גדל מגובה פני הים ועד גובה של כ-2,000 מ' מעל פני הים (קרשון, 1951; Alia & Martin, 2003). קליפת גזעו עבה ומחורצת, קשקשי האצטרובלים בעלי זיזים חדים ומשנים את צבעם מירוק לאדום-חום במהלך השנתיים שחולפות עד לפתיחתם. אורך האצטרובל נע בין 8–22 ס"מ ואורך המחטים, המקובצות בזוגות לכל ברכיבלסט, נע בין 10–25 ס"מ. ענפיו ממושקים או נוטים כלפי מעלה (פאהן, הלר ואבישי, 1998; Alia and Martin, 2003). אורן החוף רגיש לבצורת מתמשכת ובתחום תפוצתו הטבעי הוא אינו שורד יותר מ-100 ימים רצופים ללא משקעים, על כן, הוא גדל באזורים לחים ולחים למחצה עם ממוצע משקעים של 850

איור 1. תפוצתו של אורן החוף במערב הים התיכון (מתוך: www.euforgen.org, 2009).

Fig. 1: Distribution map of *Pinus pinaster* (maritime pine) (from: www.euforgen.org, 2009).



בעת נטיעה בבית גידול מסוים, כאשר את המקורות "לאנדה" ו"פורטוגלי" (*subsp. Atlantica*) הוא ממליץ לנטוע באדמות חול קלות באזור החוף, ואת המקורות "פרובנס" ו"קורסיקאי" (*subsp. pinaster*) הוא ממליץ לנטוע בחלק ההררי של האזור הים-תיכוני.

ניסויים ראשוניים בנטיעת א. החוף וגם מיני אורן אחרים בישראל (כגון א. מקרין [*P. insignis*], א. שחור [*P. nigra*] ומיני ברושיים) החלו כבר בראשית המאה הקודמת בשנים 1910-1913 בתחנת הניסיונות בעתלית, בראשותו של הבוטנאי המפורסם אהרון אהרונסון, אך לא צוין מה עלה בגורלן של נטיעות אלו. מאוחר יותר, בשנים 1925-1937 ניטע מין זה לאורך החוף בעכו ובעזה וגם באזורים ההרריים (נצרת, מעלה אדומים, טבריה), אך ללא הצלחה יתרה. גורמי התמותה לנטיעות הצעירות יוחסו ליובש מתמשך, לעיבודי קרקע לקויים, לחוסר הגנה מספקת לשתילים, לנזקי סחף, ועוד (ליפשיץ וביגר, 2000). נטיעות של אורן החוף בישראל נמשכו בשנות ה-50 ועד שנות ה-90 של המאה הקודמת, אם כי בהיקפים קטנים (עשרות דונמים).

מ"מ בשנה, מהם 75 מ"מ לפחות של גשמי קיץ, בין החודשים מאי עד ספטמבר (Invasive Species Compendium, 2014). לאורך החוף שני תתי-מינים עיקריים: הראשון *Atlantica*, גדל בגבהים נמוכים, אינו מתפתח היטב בקרקעות גירניות ומראה התפתחות טובה במיוחד בקרקעות חוליות, ועל כן ניטע בצורה נרחבת, במאות ה-18 וה-19 בפורטוגל, ספרד וצרפת, על דיונות חול נודדות במטרה לייצבן. תת המין השני *Pinaster*, גדל בגבהים בינוניים על קרקעות הרריות מנוקזות היטב ויכול להתפתח גם כאשר ישנה תכולה מסוימת של גיר בקרקע (Invasive Species Compendium, 2014). בעקבות תפוצתו המקוטעת, חולק בעבר תת-מין זה לשניים (*ssp. Escarena*, *ssp. Renoui*), אך כיום מתייחסים לשני תת-מיין אלו כתת-מין בודד (Farjon, 2010). למרות רגישותו לבצורת, באזור תפוצתו הטבעי הדרומי ביותר (מרקו) הוא גדל באזורים צחיחים למחצה (400 מ"מ בשנה), אך בתנאי שהלחות האטמוספרית גבוהה בחודשי הקיץ (Invasive Species Compendium, 2014). קרשון (1951) מדגיש במיוחד את חשיבות מקור הזרעים

הערות Comments	סוג הקרקע Soil type	שנת נטיעה Year of planting	חלקה / עומד Stand / Plot	יער (מספר יער) Forest (Forest No.)	סימון באיור 2 Indication in Figure 2
נותרו 3 עצים מהנטיעה המקורית + 8 עצים צעירים שהתחדשו	חולית-חמרה Sandy-Hamra	1953	111 / 1 112	אילנות (3147) Ilanot	1
תמותה נמשכת, נשאר 10 עצים	חול ים Beach sand dune	1971	סמוך לגדר הקיבוץ מדרום (לא בניהול ק"ל)	שדות ים Sdot-yam	2
תמותה נמשכת	טרה-רוסה Terra rossa	1986	121 / 21	קרן כרמל (1114) Keren-Carmel	3
חלקת ניסוי, שרד עץ אחד בחלקה	רנדזינה חומה Brown rendzina	1983	103 / 14	כפר החורש (1102) Kfar Ha-Horesh	4
בסמוך נפגעו גם נטיעות של ארז אטלנטי	טרה-רוסה Terra rossa	2002	105 / 14	מורדות נצרת (1481) Nazareth slopes	5
תמותה נמשכת	רנדזינה חומה Brown rendzina	1970	111 / 6	אחיהוד (1303) Ahihud	6
תמותה נמשכת	טרה-רוסה Terra rossa	1992	205 / 7	יובלים (1349) Yuvalim	7
חלקת ניסוי, תמותה נמשכת	רנדזינה חומה Brown rendzina	1993	403 / 3	כמון (1272) Kamon	8
עצים שנותרו נראים במצב סביר	בזלתית Basaltic	1992	121 / 1	בראון (1293) Baron	9
חלקת ניסוי, תמותה נמשכת	טרה-רוסה Terra rossa	1993	103 / 14	מטע (3229) Mata	החלקה מופיעה מדרום למפה

טבלה 1: חלקות עצי אורן החוף ביערות ישראל. **Table 1:** *Pinus pinaster* stands in the forests of Israel. **הערה:** ייתכן מאוד שאתרי הנטיעות של מין זה בעבר היו רבים יותר ממה שידוע לנו, אך מסיבות כלשהן לא דווח על כך.



תמונה 1 (מימין): התנוונות ותמותה של אורן החוף ביער אילנות בעקבות הבצורת בשנים 1998-2000 (צילום: ציון מדר, 2000).

Picture 1 (right): Decline and mortality of *Pinus pinaster* trees at Ilanot Forest following the drought in 1998-2000 (Photo: Zion Madar, 2000).

תמונה 2 (משמאל): אחד מהעצים הבודדים של אורן החוף אשר שרד מהנטיעה בשנת 1953 ביער אילנות (צילום: רועי הראל, 2016).

Picture 2 (left): One of the only *Pinus pinaster* trees that survived from the 1953 planting at Ilanot Forest (Photo: Roy Harel, 2016).

להלן סיכום תצפיות שבוצעו לאורך השנים על ידי יערני הקק"ל:

בית גידול חולי: העומד הוותיק ביותר של אורן החוף בישראל ניטע ב-1953 ביער אילנות שבשרון (סמוך ליישוב קדימה), בבית גידול שבו הקרקע היא חול-חמרה (טבלה 1). ניטעו כ-1,000 שתילי אורן החוף, כאשר בשנת 1978 נותרו כ-500 עצים (אלון, 1978). גידולם במשך למעלה מארבעה עשורים עלה יפה והתפתחו עצים בגובה העולה על 15 מ' וקוטר של 15-25 ס"מ. בבצורת שאירעה בשנים 1998-2000 נצפתה קריסה מהירה של כל העצים בחלקה (תמונה 1), להוציא עצים בודדים ששרדו (תמונה 2) (מדר, 2000).

נראה כי היובש המתמשך הוא הגורם הראשוני להיחלשותם של העצים שהותקפו לאחר מכן על ידי חיפושיות קליפה

מטרת המאמר הנוכחי היא לסכם את המידע אודות נטיעות אורן החוף ביערות קק"ל ולבחון את ההישרדות וההתפתחות של מין זה לאורך השנים בחלקות שונות בשני סוגי בתי גידול (חוליים והרריים).

תוצאות ודיון

אורן החוף בישראל ניטע במישור החוף בקרקעות חול-חמרה ובאזורים הרריים בקרקעות טרה-רוסה, רנדזינה חומה וקרקעות בזלתיות, אך ככל הנראה לא יוחסה חשיבות להתאמת תתי המין לבתי הגידול.

נתונים על החלקות השונות של אורן החוף, שניטע ביערות ישראל, מוצגים בטבלה 1 ובאיור 2.



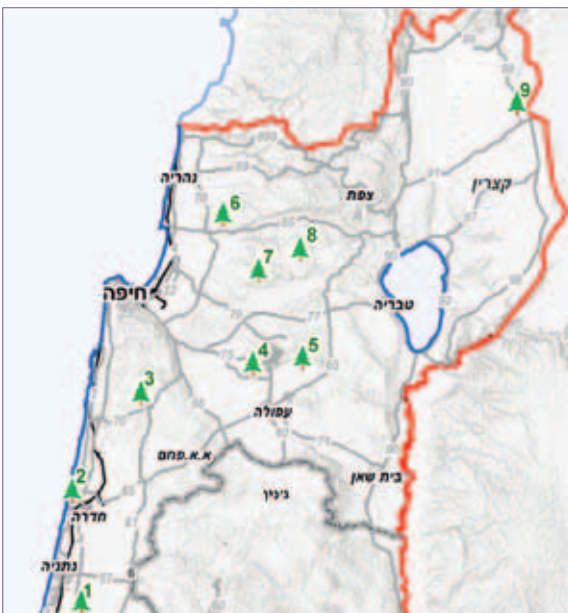
תמונה 4: התנוונות ותמותה של אורן החוף בגיל 46 ביער אחיהוד, (שנת נטיעה 1970) (צילום: רועי הראל, 2016).

Picture 4: Declining and mortality of 46 years old *Pinus pinaster* (planted in 1970) in Ahihud Forest (Photo: Roy Harel, 2016).



תמונה 3: התחדשות זריעי אורן החוף ביער אילנות לצד אלון התבור (חץ לבן) (צילום: רועי הראל, 2016).

Picture 3: Regeneration of *Pinus pinaster* in Ilanot Forest next to *Quercus ithaburensis* (Photo: Roy Harel, 2016).



השכיחות והדומיננטיות ביער מסוג קמבית קטועת בטן (*Orthotomicus erosus*). מן הראוי לציין, שבחלקה זו ישנה התחדשות טבעית של מספר זריעים של אורן החוף בקרבת עצים ששרדו מהנטיעה המקורית (תמונה 3).

תופעה דומה של תמותה מתמשכת נצפתה בחלקה מעורבת של אורן החוף ואורן הצנובר, שניטעה על קרקע חולית בשנת 1971 סמוך לקיבוץ שדות ים ובאה לידי ביטוי בתמותה של מרבית עצי אורן החוף, כיום נותרו 10 עצים לא מפותחים (טבלה 1). לעומת זאת, עצי אורן הצנובר בחלקה שרדו ברובם הגדול ומראים התפתחות טובה.

בתי גידול הוריים: בחלקת ניסוי שהוקמה בשנת 1983 ביער כפר החורש (טבלה 1), נבדקה התאמתו של תת המין ההררי

איור 2: אתרי נטיעות אורן החוף בישראל המוצגים בטבלה 1.

Fig. 2: *Pinus pinaster* planting sites as displayed in table 1.

מלבד הקושי בהתבססות ובהשרדות של עצי אורן החוף ביערות ישראל, מעניין לציין, שכבר בעת גידולו במשתלה בולטת רגישותו של מין זה (בדומה לאורן מקרין ואורן הצנובר) למחלות חולי נופל (Damping-off) ולהצהבה הנובעת ממחסור בברזל (קרשון, 1951; Reuveni & Madar, 1985). בנוסף, מדר וראובני (1981) הראו שיעורי תמותה גבוהים של שתילי אורן החוף (50%) ואורן מקרין (40%) במשתלת גבעת המורה כתוצאה מפעילותה של הפטרייה הפתוגנית *Sclerotium bataticola*.

בשנת 1993 הוקמו ביער כמון (סמוך למעלה צביה) וביער מטע (סמוך לאביעזר) (טבלה 1) חלקות ניסוי תואמות לבחינת ההשרדות וההתפתחות של מקורות זרעים שונים של אורן החוף. ביער מטע, החלקה ניטעה בקרקע טרה-רוסה, על מסלע של אבן גיר, במפנה מערבי קל כאשר ממוצע המשקעים השנתי הוא 470 מ"מ. בשנת 2016 (בגיל 23), נשארו 15 עצים בלבד מתוך 380 (כ-4%), שהיו בנטיעה המקורית. אנו מייחסים את מיעוט המשקעים בחלקה (470 מ"מ) כגורם העיקרי לתמותה הרבה. כמו כן, רצף שנות הבצורת בשנים 2005-2010, שהביא לתנאי יובש קשים וכתוצאה מכך לתמותה של מיני עצים רבים ברחבי הארץ (הר, 2010; פרייזלר, רוטנברג, הר וחוב, 2016; הר וסגל, 2014) פגע קשות גם בחלקה זו.

ביער כמון, החלקה ניטעה בקרקע רנדזינה חומה על מסלע שבו חילופי דלומיט קשה ורך, השטח מישורי, עם ממוצע משקעים של 650-700 מ"מ בשנה (תמונה 5). שיעורי ההשרדות של העצים מהמקורות השונים נותחו עד שנת

מקורסיקה (*subsp. Pinaster*). מרבית העצים מתו במהלך השנים וכבר ב-1999 (גיל 16) נותרו מספר עצים בודדים בלבד (מדר, 1999), בבדיקה שנערכה ב-2015 (גיל 32) שרד רק פרט אחד. ביער אחיהוד (סמוך ליישוב טל-אל) ניטעו בשנת 1970 עצי אורן החוף על קרקע רנדזינה חומה בחלקה שגודלה כ-12 דונם. ב-2008 (גיל 28) נצפתה פגיעה קשה בעצים, וכ-25% מהם מתו. בתצפית בחלקה זו ב-2015 נראתה תמותה נוספת של כ-10% מהעצים שנותרו בחלקה. העצים החלו להצהיב ולהתנוון, כנראה בשל יובש מתמשך אשר גרם לפגיעה בחוסנם. העובדה שעצים רחבי עלים ומיני מחטניים שונים, כמו אורן ירושלים ואורן ברוטיה, שגדלו בסמוך לא נפגעו ומתפתחים היטב, מצביעה על חוסר התאמתם של עצי אורן החוף לתנאי הגידול היובשניים (תמונה 4) (מדר, 1998; מדר, 2008).

כמו כן, נצפתה תמותה של עצי אורן החוף מנטיעה בשנת 1986 (גיל 30) ביער קרן כרמל, בבית גידול שבו הקרקע טרה-רוסה (טבלה 1). מן הראוי לציין, שגם עצי אורן הצנובר (הרגיש אף הוא ליובש מתמשך) נפגעו באותה חלקה, אם כי במידה פחותה. באופן כללי, התפתחותם של יתר עצי אורן החוף נפלה באופן ניכר מזו של מינים אחרים באותה חלקה, כגון: ברוש מצוי, אורן ירושלים, אורן ברוטיה וארז הימלאי. ביער יובלים נראתה תמותה של עצי אורן החוף, בעוד שעצי מחט אחרים שגדלו בסמוך (אורן קנרי, ברוש מצוי, אורן הצנובר) לא נפגעו, עובדה המצביעה שוב על רגישותו הרבה של מין זה לעקות יובש. תמותה רבה של נטיעות צעירות ממין זה נצפו גם ביער מורדות נצרת (טבלה 1) (שלי בן ישי, דיווח בע"פ).

תמונה 5: עצי אורן החוף, בגיל 22 שנים, ממקורות זרעים שונים בחלקת האקלום ביער כמון (צילום: עמרי בונה, 2015).

Picture 5: *Pinus pinaster* trees from various seed sources in Kamon Forest experimental plot at age 22 (Photo: Omri Bonne, 2015).



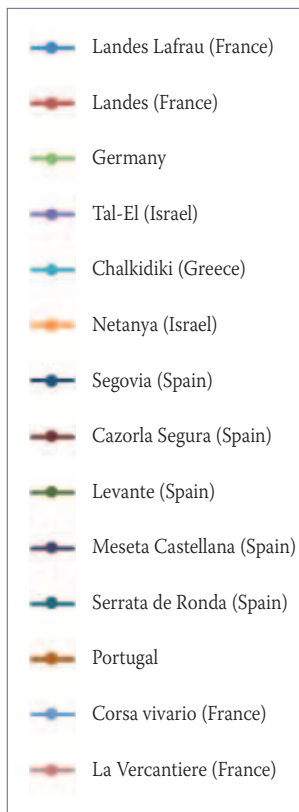
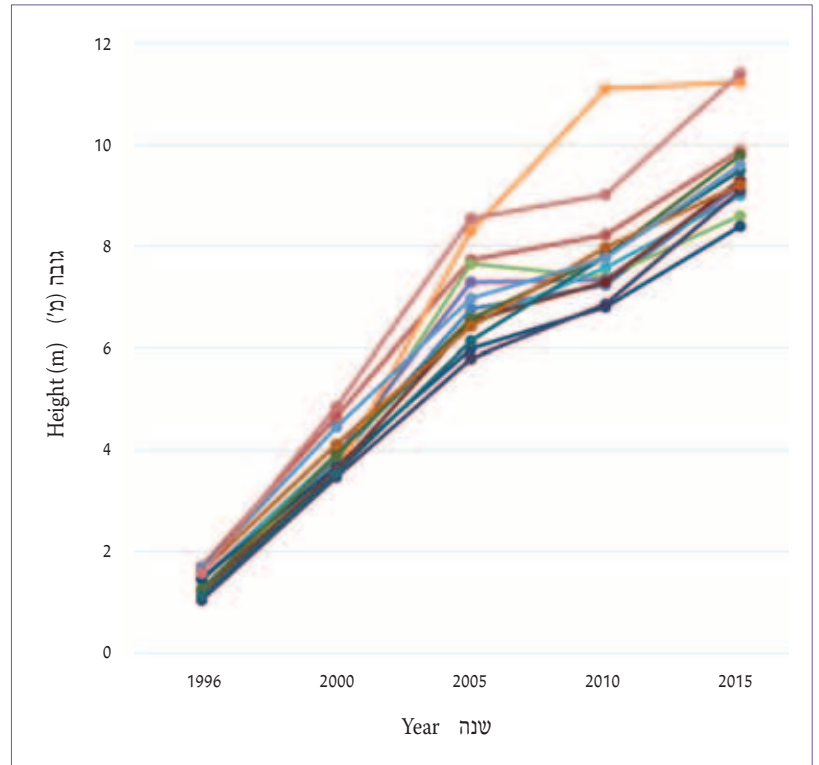
במקורות Chalkidiki (יוון), Segovia (ספרד), Serrata de Ronda (ספרד), Corsa vivario (צרפת) ופורטוגל. בשנת 2006, בוצע דילול בחלקה בכמון, על מנת למנוע תחרות ולאפשר התפתחות מיטבית של העצים המוצלחים בכל מקור.

בבחינת ההבדלים בהתפתחות לגובה של העצים מהמקורות השונים (איור 3) נמצא, שהמקורות La Vercantiere (צרפת), Landes (צרפת) ונתניה היו גבוהים באופן מובהק משאר המקורות (טבלה 2). בבחינת ההבדלים בקוטר של העצים מהמקורות השונים (איור 4) נמצא, כי המקורות של טל-אל ונתניה התפתחו באופן מובהק יותר משאר המקורות (טבלה 2).

סיכום

התנוונות ותמותה של אורן החוף הנטוע בישראל, הכוללת נטיעות צעירות וחלקות יער מבוגרות, נצפתה כבר בראשית המאה הקודמת ונמשכת עד עצם הימים האלה. התופעה נצפתה באזורים ובבתי גידול שונים (במישור החוף ובהר). הסיבות או גורמי התמותה אינם ברורים דיים, אך נראה שחלקם קשורים ליובש המתמשך ולהיעדר גשמי קיץ בישראל. נראה שהבדלים בכמויות המשקעים ומשך תקופת הבצורת

2005 ונמצא שאין הבדלים מובהקים במדד זה, כאשר בכל המקורות לא הייתה תמותה משמעותית ושיעורי ההישרדות נעו בין 86.6% במקור Meseta Castellana (ספרד) ל-100%.

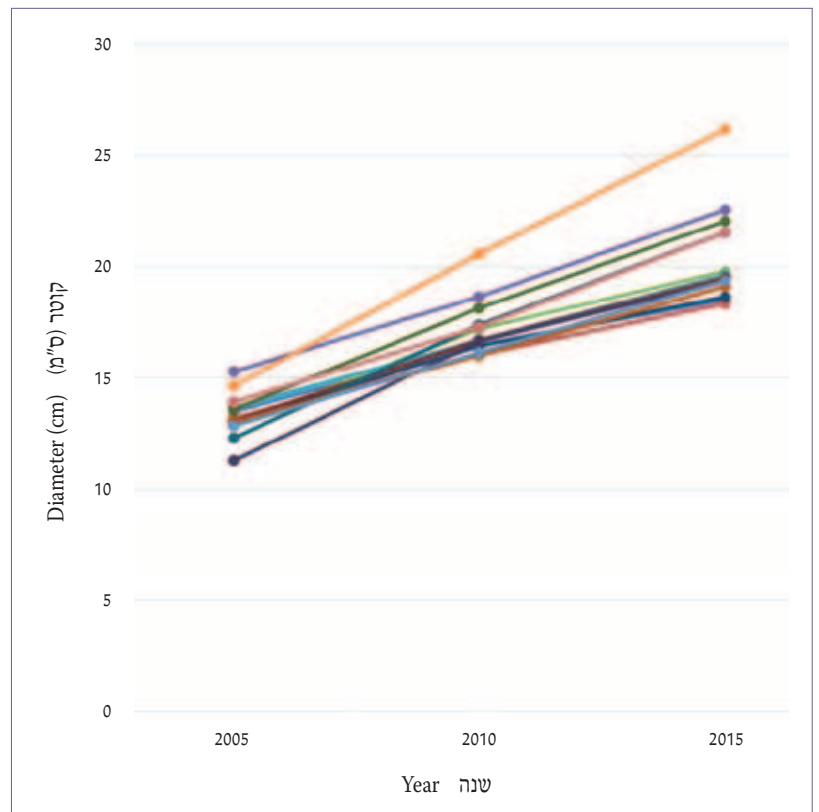


איור 3 (למעלה): הגובה הממוצע של המקורות השונים של אורן החוף בחלקת הניסוי ביער כמון.

Fig. 3 (above): The height of *Pinus pinaster* from different seed sources in the experimental plot at Kamon Forest.

איור 4 (למטה): קוטר הגזע הממוצע של המקורות השונים של אורן החוף בחלקת הניסוי ביער כמון.

Fig. 4 (below): The stem diameter of *Pinus pinaster* from different seed sources in the experimental plot at Kamon Forest.



Response	Model R ²	Factor	DF	F	P
Height	0.98	Year	4	23.92	***
		Source	13	334	***
		Year × Source	52	3.63	***
Diameter	0.42	Year	2	3.75	***
		Source	13	275.8	***
		Year × Source	26	0.53	ns

טבלה 2: מובהקות סטטיסטית של בחינת ההבדלים בגובה ובקוטר של אורן החוף בין מקורות הזרעים השונים בחלקת הניסוי ביער כמון. P value < 0.001 = ***, not significant = Ns.

Table 2: Statistical significance of height and diameter differences between *Pinus pinaster* seed sources in the experimental plot at Kamon Forest.

מדר, צ. (2008). תמותה והתנוונות של עצי אורן ימי ביער טל-אל. דוח פנימי לקק"ל.

מדר, צ. וראובני, ר. (1981). מעורבותה של הפטריה *Sclerotium bataticola*, Taub. בתמותות שתילי מחטניים במשתלות. ליערן, 31: 32-35.

פאהן, א., הלר, ד. ואבישי, מ. (1998). מגדיר לצמחי התרבות בישראל. הוצאת הקיבוץ המיוחד.

פרייזלר, י., רוטנברג, א., הר, נ., קורול, ל., משה, י., ספרינצין, ש., גרינצוויג, ז' ויקיר, ד. (2016). שרידות יער אורנים על גבול המדבר בעקבות שנות בצורת קיצוניות. אקולוגיה וסביבה (בהכנה).

קרשון, ר. (1951). אורן היס. ליערן, 10: 8.

Alía, R. & S. Martín. (2003). *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Maritime pine (Pinus pinaster)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p.

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

Farjon, A. (2010). *A handbook of the world's conifers*. Koninklijke Brill, Leiden.

Henderson, L. (2001). *Alien weeds and invasive plants*. Plant Protection Research Institute Handbook No. 12. Cape Town, South Africa: Paarl Printers.

נדלה בנובמבר 2015 מתוך אתר Invasive Species Compendium, CABI Organization, <http://www.cabi.org/isc/datasheet/41688>.

Mitchell, A. (1974). *A field guide to the trees of Britain and northern Europe*. London, UK; Collins.

Reuveni, R. & Z. Madar. (1985). The role of *Macrophomina phaseolina* in mortality of pine seedlings in forest nurseries. *Phytopath. Z.*, 112: 161-164.

בין בתי הגידול השונים מסבירים את ההבדלים ביניהם בהשרדות ובהתפתחות. לפיכך, נראה, שהעלייה בתמותה בשנים 2005-2010 חלה בעקבות רצף של שנות בצורת, שגרמה להתייבשות נרחבת של עצים ומיני צומח אחרים במהלך תקופה זו. כמו כן, התמותה הרבה ביער אילנות חלה גם היא בתקופת בצורת בשנים 1998-2000. יש להמשיך ולעקוב אחר התפתחותם וחיוניותם של העצים שנותרו בחלקות השונות ובמיוחד אחר התופעה של זריעים שהתחדשו ביער אילנות, ייתכן שמאלה שישדרו ימצאו פרטים מתאימים העמידים יותר לתנאי הגידול הקשים בארץ. לסיכום, נראה, כי אורן החוף אינו מתאים לתנאי הגידול בארץ והתפתחותו נופלת מזו של מיני אורן אחרים הגדלים באותם בתי גידול.

מקורות

אלון, מ. (1978). תולדותיו של יער קדימה. ליערן, 12: 16-17.

הר, נ. (2010). סיור לחלקות אקלום בשפלת יהודה – מאי 2010. אגף הייעור, קק"ל.

הר, נ. וסגל, ב. (2014). קרקע-סלע-יער ותנודות במשקעים בהכוננת הדינמיקה של אוכלוסיות אירוס הגלבוט. כנס האגודה הישראלית לאקולוגיה, בר אילן.

ליפשיץ, נ. וביגר, ג. (2000). נלבישך שלמת ירק, הייעור בישראל, מאה שנים ראשונות 1850-1950. קרן קימת לישראל. הוצאת ספרים אריאל, ירושלים.

מדר, צ. (1998). התנוונות ותמותה של עצי אורן מקרין ביערות ישראל. "השדה" 68: 1179-1181.

מדר, צ. (1999). סיכום סיור בכפר החורש. דוח פנימי לקק"ל.

מדר, צ. (2000). סיכום סיור בקדימה. דוח פנימי לקק"ל.

שיקום הצומח הטבעי באזור יובשני למחצה בצפון ירושלים

ענת מדמוני¹, יוסי ריוב² ואנה גודנובה³

¹ החוג ללימודי סביבה וחקלאות, מכללת בית ברל

² המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה

³ החברה להגנת הטבע, סניף ירושלים

anat@madmony.co.il

תקציר

הקדמה

שימוש בצמחי בר לשיקום נופי ולגינון הופך למגמה נפוצה וחשובה בעולם וגם בישראל. בשל תהליך העיור המואץ ובשל התערבות האדם ברוב האקוסיסטמות (Van Diggelen & Marrs, 2003). מעטות כיום האקוסיסטמות שלא הופרעו על ידי האדם. מצב זה נכון במידה רבה גם לגבי ישראל, שהיא אחת המדינות הצפופות בעולם (שנתון סטטיסטי, 2014). עם העלייה בתהליך העיור והתיעוש, חלה ירידה במגוון המינים בעיקר באזורים עירוניים. השימוש בצמחי בר מקומיים הולך ומצטמצם, כיוון שהם אינם נפוצים במשתלות בשל המגמה לשימוש במינים מסחריים ואקזוטיים (Stienberg, 2006).

לשתילה או לזריעה של צמחי בר יתרונות רבים:

יתרונות אקולוגיים: צמחי בר עשויים להקטין את הנגר לאחר גשם. בשל התאמתם לבית הגידול, מתאפשר שימוש מצומצם בקוטלי חרקים ופטריות. צמחי בר מאפשרים קשרי גומלין ביולוגיים, כמו האבקה והפצת זרעים, משמשים מזון לצרכנים ראשוניים, מושכים פרפרים וציפורים וכן יוצרים מיקוריה (Montalvo & Ellstrandl, 1997). בנוסף לכך, הם משמשים מזון ומחסה לחיות בר ומגדילים את המגוון הביולוגי. האזורים שבהם הם גדלים מהווים פרוזדורים אקולוגיים, המאפשרים מעבר של בעלי חיים, ובכך הם מפצים על שבירת הרצף האקולוגי הנגרם על ידי האדם (Aldrich, 2002; Younis et al., 2010).

יתרונות כלכליים: לשימוש בצמחי בר יש יתרון כלכלי משמעותי. קל יחסית לטפל בהם והם דורשים תחזוקה לא אינטנסיבית והשקיה מועטה בשל התאמתם לאקלים המקומי. עמידותם לגורמים ביוטיים מקומיים מאפשרת צמצום השימוש בתכשירי הדברה כנגד פטריות (Milstein, 2005). צמחי בר מקדמים בצורה טובה יותר את שירותי המערכת האקולוגית. לדוגמה, נמצא כי משיכת אויבים טבעיים על ידי צמחי בר גבוהה פי חמש מאשר על ידי מיני צמחים אחרים. בנוסף לכך, הם מתחדשים באופן טבעי וניתן

שימוש בצמחי בר לשיקום מערכות אקולוגיות טבעיות ונטיות נופיות נעשה מגמה נפוצה וחשובה בעולם בעשורים האחרונים, בשל תהליך העיור המואץ ובשל השפעות האדם על האקוסיסטמות הקיימות על פני כדור הארץ. לאחרונה, ישנה גם מגמה לעשות שימוש בצמחי בר למטרת גינון. בישראל קיים מספר מצומצם יחסית של פרויקטים העוסקים בשימוש בצמחי בר למטרות אלו.

הפוטנציאל המלא של ניצול צמחי בר בישראל אינו ממומש, בשל הידע המוגבל לגבי הגורמים המבטיחים את הצלחת השימוש בהם ושיטות ריבויים. הפרויקט הנוכחי נועד לענות על החסר הזה, ובמהלכו נבחן הפוטנציאל של מספר מינים של צמחים מקומיים רב-שנתיים באזור ספר המדבר בצפון ירושלים בשולי יער פסגת זאב-נווה יעקב, בין השנים 2009 ל-2013.

במהלך המחקר נאספו זרעים מ-16 מינים של צמחי בר ונלקחו ייחורים מ-10 מינים, כולם מינים רב-שנתיים הגדלים בצפון ירושלים. נבדקו התנאים המיטביים להנבטת זרעים, להשרשת ייחורים ולגידול השתילים במשתלה. מהשתילים שטופחו בחממה בפקולטה לחקלאות ברחובות, הוקמו שתי חלקות מעקב בשמורת טבע בשולי יער פסגת זאב-נווה יעקב. בעת הנטיעה ובשנה הראשונה לאחריה ניתנה השקיה בטפטפות ונעשה כיסוח של עשבת בר מתחרה.

בעבודה נמצא, שניתן לגדל בהצלחה שתילים של מינים אטרקטיביים בשמורת הטבע. רוב המינים שנבחנו נבטו היטב וחלקם השתרשו בהצלחה. ההתפתחות הנאותה של השתילים של מרבית המינים בשטח הייתה תלויה במספר גורמים: השקיה בעת השתילה ובמהלך העונה הראשונה לאחריה, מניעת תחרות של צמחייה טבעית, קרקע מתאימה (לא גירנית), הגנה מפני אכילה על ידי בעלי חיים באמצעות שימוש בשרוולי נטיעה ומניעת ונדליזם באמצעות הסברה נאותה.

מילות מפתח: שיקום נופי, צמחי בר.



שמורת פרחי הבר על רקע יער פסגת זאב-נווה יעקב שנתיים לאחר ההקמה.

Wildflower sanctuary against the background of the Pisgat Zeev-Neveh Yaakov forest two years after establishment.

שלהם (Aldrich, 2002). ניתן להשתמש בהם לעיצוב ולשיקום נופי, לגינון בשולי דרכים, בגינות ציבוריות ובגינות פרטיות. הם יכולים לשמש כצמחי קטיף, לגינות פרפרים, לאזורים שבהם נדרשים מאביקים, לאזורים עם טיפוח מועט, למדשאות וכן במקומות שבהם יש צורך בצמחים עמידים ליובש (Lingdren et al., 2010). ניתן להשתמש בצמחים מקומיים באזורים עירוניים, באזורים כפריים, באזורי מעבר סביב שטחים מוגנים ובשמורות טבע, בשולי יערות ובפרוזדורים אקולוגיים. את צמחי הבר ניתן לשתול כיחידים, כקבוצות או בשטחים גדולים (Fedler et al., 2008). בארצות הברית החלו להשתמש בצמחי בר לשיקום נופי בראשית שנות ה-20 של המאה הקודמת. מיוצרים ונמכרים שם זרעים ושתילים של מאות מינים של צמחי בר (Aldrich, 2002). השימוש בצמחי בר בארצות שונות גדל בעשורים האחרונים באופן משמעותי (Perez et al., 2010). הגידול

גם לאסוף את זרעיהם לייצור שתילים. הם נותנים שירותי האבקה לגידולים חקלאיים ומשמשים כמזון לבעלי חיים (רעייה). הפריחה המגוונת שלהם מהווה פוטנציאל לתיירות אקולוגית (Ecotourism) ולתיירות חקלאית (Agrotourism) (Fedler et al., 2008).

יתרונות חינוכיים: צמחי בר הם בעלי ערך חינוכי. הם מאפשרים פעילות של מחקר והבנה של הטבע בתחומים שונים, כמו בוטניקה, אנטומולוגיה, אקולוגיה, אורניתולוגיה, גינון ואף ציור (Aldrich, 2002). לחלקם יש ערך מסורתי ודתי, כמו מינים המוזכרים בתנ"ך (Fedler et al., 2008). שהייה בטבע מאפשרת פעילות גופנית, כמו הליכה וריצה (Aldrich, 2002).

יתרונות אסתטיים: צמחי בר מאפשרים נעימות ורגיעה בשל מגוון הצבעים, הצורות, הטקסטורות, הצלילים והריחות

של שני הגורמים (Knapp & Rice, 1997). ההצלחה בשימוש בצמחי בר מותנית בזריעה או בשתילה של גנוטיפים מקומיים המותאמים יותר לאזור. שימוש במינים מקומיים בעלי מקור גנטי שונה, כלומר טיפוס שאינו מקומי, יכול לגרום להתאמה גרועה לבית הגידול (Aldrich, 2002; Lickorish et al., 1997). מעבר לחוסר ההצלחה של צמחי בר שאינם מקומיים, הם עלולים לגרום לזיהום גנטי אם הם מכליאים עם טיפוסים מקומיים (Knapp & Rice, 1997; Millar & Libby, 1989).

בארה"ב, FHWA (1995) ממליצים להשתמש בטיפוסים מקומיים לפרויקטים כמו צידי דרכים ושיקום נופי. השימוש במינים מקומיים הוא ברדיוס של 161 עד 322 ק"מ מצמחי האם, כאשר תנאי האקלים והקרע דומים. בקנה מידה של ישראל אלו מרחקים גדולים מדי להגדרה זו. גם באנגליה מומלץ לעשות שימוש בזרעים ממקור מקומי (Lickorish et al., 1997).

הפוטנציאל המלא של צמחי בר בישראל אינו ממומש בשל ידע מוגבל לגבי ההתאמות האקולוגיות שלהם וכן חסר מידע לגבי אופן ריבויים. הפרויקט הנוכחי נועד לענות על החסר הזה, ובמהלכו נבחן הפוטנציאל הגנטי של מספר מינים של צמחים מקומיים רב-שנתיים באזור צפון ירושלים.

חומרים ושיטות

המחקר נערך בשנים 2009–2013 באזור ים-תיכוני יובשני בצפון ירושלים: שמורת פרחי הבר (שטח של 22 דונם) ושולי יער פסגת זאב-נווה יעקב (שטח של 1,100 דונם). המחקר מבוסס על תצפיות שנערכו במקום החל משנת 2000. האקלים יובשני למחצה. ממוצע המשקעים השנתי הוא כ-450 מ"מ עם תנודתיות גבוהה בין השנים. בקיץ (אפריל–ספטמבר) לא יורדים גשמים והטמפרטורות גבוהות. במהלך שנת 2009 נמנו באזור ארבעה ימי גשם בלבד (בחוודשים אוקטובר ודצמבר). בשנת 2010 היו שבעה ימי גשם (בחוודשים ינואר ופברואר). הקרקע בשמורת פרחי הבר ובשוליה היא חרסיתית-גירנית.

סקר צומח: כשלב מקדים לפני המחקר הנוכחי נערך באזור סקר צומח, שהתמקד במיני צמחים שיש להם פוטנציאל גנטי: בעלי פרחים גדולים ואטרקטיביים, תקופת פריחה ממושכת, קלים לגידול וכן צמחים הפורחים בעונות שנה מעוטות פריחה (סוף האביב עד הסתיו).

איסוף זרעים והנבטה: בין השנים 2009–2010 נאספו זרעים של 16 מינים של צמחי בר בעלי פוטנציאל גנטי, הגדלים ביער ובסביבתו הקרובה: מרוות יהודה, לוע ארי גדול, גלונית מצויה, געדה כרתית, לשון הפר הסמורה, חלבוב מגובשש, עיריוני קצר, כלך מצוי, כחלית ההרים, שום גבוה, עיריוני

העיקרי חל עם התפתחות העיקרון של ערים מקיימות, שיש להן עניין לאמץ טכניקות שהופכות את הגן לבר-קיימא ולנגיש לעולם החי הטבעי. טכניקות אלו כוללות שימוש במינים מקומיים של צמחים והקטנת השימוש בחומרי הדברה. את התחום מקדמים בארצות הברית – National Wildlife Federation (2006) ובאנגליה – The Royal Horticultural Society (Winterman, 2005).

בישראל, המגמה של שימוש בצמחי בר החלה להתפתח רק בעשורים האחרונים. על אף שבשנים האחרונות חל גידול בעיסוק בהם, עדיין יש רק מספר מצומצם של פרויקטים העוסקים בשימור צמחי בר ושימוש בהם לשחזור נופי ולגינות. פרויקט פרחי הבר של משתלת גבעת ברנר, בשיתוף "המועצה לארץ ישראל יפה", הביא לפיתוח שיטות לגידול מסחרי של פרחי בר, איסוף זרעים ומכירתם לרשויות ולגננים פרטיים. במסגרת זו, מגדלים בהצלחה צמחים חד-שנתיים, כמו תורמוס, פרג, ציפורן וחרצית. בשולי כביש 6 נעשה שימוש אינטנסיבי בצמחי בר, שגודלו במשתלות אחדות המתמחות בנושא. כך גם במחלף גן רווה, לאורך חלק ממסילות הרכבת ולאורך צינורות גז ומים. בפארק אריאל שרון צמחי בר מהווים חלק מן הנוף, וחלקם הועתק אליו מאתרים שונים. בשנים האחרונות נבחת זריעה ושתילה של פרחי בר, כמו אירוס הדור, צפרנית מצרית וכלנית מצויה, גם בכמה אתרים ביערות קק"ל. כמו כן, נערכו פעולות הצלה בעיקר של גיאופיטים. ניתן כיום לרכוש זרעים ושתילים של צמחי בר במשתלות המורשות לכך, שקיבלו אישור לאיסוף זרעי בר, בצלים ופקעות על ידי רשות הטבע והגנים.

בספרות המדעית קיימת אבחנה בין המונחים צמחי בר (Wild plants) לצמחים טבעיים (Native plants) ולרוב משתמשים בהם במקביל. צמחי בר הם צמחים היכולים לגדול ללא טיפול או עם טיפול מועט, והם עשויים להיות טבעיים או מאוקלמים (Aldrich, 2002; Lindgren et al., 2010). הטענה המקובלת היא, כי מינים טבעיים מתאימים יותר לבית הגידול ויש להם יתרונות על פני מינים מאוקלמים לשיקום נופי ולשימושים נוספים (Montalvo et al., 1997). חוסר ההצלחה יכול לבוא לידי ביטוי בהיעדר נביטה או בתמותה גבוהה לאחר השתילה (Aldrich, 2002; Handel et al., 1994; Montalvo et al., 1997; Ellstrand, 2000). מעבר לכך, זריעה או שתילה של צמחי בר שאינם טבעיים עלולה להזיק לאקוסיסטמה כיוון שהם יכולים להפוך למינים פולשים (Lindgren et al., 2010).

על פי Knapp & Rice (2009) ישנה חשיבות רבה לא רק למין אלא גם למקור הזרעים. קיימים הבדלים גנטיים גדולים בין אוכלוסיות של מיני בר. הדבר נגרם בשל סלקציה טבעית בתנאי סביבה מגוונים, שונות גנטית בשל גודלן המצומצם של האוכלוסיות וחוסר זרימת גנים (Gene flow) ביניהן, או שילוב

תוצאות

סך הכול נסקרו ביער ובשמורת פרחי הבר 214 מינים של צמחי בר, מתוכם 48 מינים מוגנים וארבעה מינים נדירים. רוב המינים הם עשבוניים, 19 מינים הם של עצים ושיחים (שני מינים מוגדרים פולשים: אילנתה בלוטית ואזדרכת מצויה) ו-34 מינים של גיאופיטים.

הנבטה והעתקה: הזרעים של רוב המינים נבטו היטב, למעט זרעים של פרגה אדומה, שנבטו רק באופן חלקי וזרעים של צבעוני ההרים, שלא נבטו כלל. מרבית המינים נבטו ללא טיפול בזרעים, ואילו במינים הבאים הנבטיה התאפשרה רק לאחר שהזרעים הושרו במים: לשון הפר הסמורה, עירוני קצר, כלך מצוי, כחלית ההרים ושללהבית דביקה. בשני מינים, מרוות יהודה וחלבלוב מגובשש, השריה במים שיפרה באופן משמעותי את הנבטיה.

המינים שלא שרדו לאחר ההעתקה למכלי הגידול היו אכילאה ריחנית, לשון הפר הסמורה, ופרגה אדומה. במינים האחרים שרדו למעלה מ-60% מהנבטים שהועתקו.

השרשת ייחורים: ההשרשה נעשתה באביב, הייחורים נלקחו מצימוח חדש שפרץ בתקופה זו. חלק מהצמחים שנבחנו לא השתרשו כלל (חלבלוב מגובשש, שמשון סגלגל, לוטמית דביקה, אלקנה סמורה וזלזלת הקנוקנות). מספר מינים, גלונית מצויה, לשון הפר הסמורה וקורנית מקורקפת, השתרשו בשיעור נמוך (פחות מ-20%). מבין המינים האחרונים, שרדו רק חלק מהייחורים של לשון הפר הסמורה, אולם הם לא התפתחו לצמחים ראויים (ייחורים של שני המינים האחרים לא שרדו לאחר ההעתקה). יש לציין, שבאביב חלה במרבית המינים התמיינות לפריחה, שפגעה בהשתרשות או בהתפתחות הייחורים המושרשים. שיעור השתרשות גבוה הושג רק בשני מינים, שללהבית דביקה (100%), כשהייחורים נלקחו מצמחים שגודלו בחממה, ונפית איטלקית (93%). ייחורים מועתקים של מינים אלו התפתחו היטב לאחר ההעתקה.

קליטת הצמחים בשטח והתפתחותם: למעט פרגה אדומה, כל המינים שניטעו בחלקה הראשונה בשנת 2009 נקלטו היטב (טבלה 1), למרות הרעייה האינטנסיבית של שפני הסלע, המאכלסים את משטחי הסלע הסמוכים. פרגה אדומה התפתחה היטב רק לאחר זריעה ישירה (תוצאות שלא הוצגו). הצמח שנראה חיוני ביותר היה געדה כרתית. בשנה הראשונה לא הצליחו הצמחים שנקלטו להגיע לפריחה בשל כרסום של שפני הסלע. השפנים גרמו לנזק קשה בעיקר בתקופת הקיץ, שבה מצוי מזון מועט באזור. לאחר שלוש שנים, שני המינים שהראו את שיעור ההישרדות הגבוה ביותר, כ-80%, היו גלונית מצויה ומרוות יהודה. שיעור ההישרדות של געדה כרתית ולוע ארי גדול עמד על כ-40%. החלקה סבלה מוונדליזם בשל מיקומה בשולי היער. בנוסף לכך, הייתה

צהוב, צבעוני ההרים, שללהבית דביקה, פואנית איטלקית, פיגם מצוי ופרגה אדומה. הזרעים נאספו בתקופת ההבשלה של הפירות. נבדקה נביטת זרעים ללא טיפול מוקדם בהשוואה לנביטה לאחר השריה במים במשך 24 שעות, כשבטיפול השני נזרעו רק זרעים ששקעו, הנחשבים לחיוניים. הזרעים הונבטו במכלי הנבטה (25 x 25 x 15 ס"מ) במצע ורמיקוליט מס' 3, שהושמו בבית רשת שכוסה ברשת צל של 40% חודשיים לאחר הזריעה, הנבטים הועתקו למכלי גידול בנפח של 280 סמ"ק. מצע הגידול היה כבול: פרליט מס' 3 (30:70), שהכיל 2 גר' לליטר אוסמוקוט פלוס של 6-8 חודשים. בשבוע הראשון לאחר ההעתקה המכלים הוחזקו במערכת ריבוי ועורפלו בדומה למקובל לגבי ייחורים מושרשים. השתילים גודלו בבית הרשת והושקו כנדרש עד לשתילתם בשטח.

השרשת ייחורים: בשל שיעור נביטה נמוך בחלק מן המינים, נאספו ייחורים של עשרת המינים הבאים: גלונית מצויה, לשון הפר הסמורה, חלבלוב מגובשש, שללהבית דביקה, שמשון סגלגל, לוטמית דביקה, אלקנה סמורה, קורנית מקורקפת, נפית איטלקית וזלזלת הקנוקנות. הייחורים נלקחו להשרשה באביב, מתוך הנחה, שלאחר רדת גשמים הצמחים יעניינים ובעלי צמיחה פעילה. הייחורים טופלו ב-0.6% IBA באבקה (הומוריל T-6) והושרשו במצע ורמיקוליט מס' 3: קלקר גרוס (50:50), במשטר ערפול של 10 שניות כל 15 דקות. ייחורים שהושרשו כמצוין לעיל הועתקו למצע גידול, שהכיל כבול: פרליט מס' 3 (30:70) ו-2 גר' לליטר מצע אוסמוקוט פלוס של 6-8 חודשים.

הקמת חלקות מעקב: הוקמו שתי חלקות מעקב. חלקה אחת הוקמה בשנת 2009, באזור מישורי בשולי יער פסגת זאב-נווה יעקב. הקרקע בחלקה היא רנדזינה בהירה. בחלקה זו נשתלו מיני הצמחים הבאים: גלונית מצויה, געדה כרתית, מרוות יהודה, לוע ארי גדול ופרגה אדומה. לפני השתילה החלקה רוססה עם 1.5% גרלון. השתילים נשתלו בשורות, במרווחים של כחצי מטר אחד מהשני והושקו בימים הראשונים לאחר השתילה על פי הצורך. בחלקה נפרסה מערכת טפטפות והצמחים הושקו בתקופת הקיץ בשנתיים הראשונות לאחר השתילה. לאחר מכן, ההשקיה הופסקה לחלוטין. בעונה הראשונה, החלקה עושבה באופן ידני פעם בחודש ובעונה השנייה, פעם בשלושה חודשים. אחר הצמחים שנשתלו נערך מעקב שבועי.

חלקת מעקב נוספת הוקמה בשנת 2010 במרחק של כ-100 מטר מהחלקה הראשונה. הקרקע בחלקה הייתה פחות גירנית. בחלקה נשתלו המינים הבאים: חלבלוב מגובשש, מרוות יהודה, עירוני צהוב, גלונית מצויה, געדה כרתית, פיגם מצוי, עירוני קצר ושללהבית דביקה. השתילה נעשתה בטרסות וההשקיה במערכת של טפטפות, שסיפקה לכל צמח כחצי ליטר מים בשבוע במהלך השנה הראשונה בלבד. בשנה הראשונה העשבייה כוסחה פעמיים, והושם דגש על עקירה של הטיון דביק.

הערות Remarks	הישרדות לאחר שלוש שנים (%) Survival after three years	הישרדות לאחר שנה (%) Establishment	גובה התחלתי (ס"מ) Initial height (cm)	מספר פרטים שנשתלו Number of individuals planted	מין Species
הצמחים אינם בעלי מופע יפה	86	100	12 ± 3	21	גלונית מצויה <i>Ballota undulata</i>
מופע נהדר למרות פגיעה של שפני הסלע	42	100	13 ± 4	26	געדה כרתית <i>Teucrium creticum</i>
	80	100	15 ± 2	29	מרוות יהודה <i>Salvia judaica</i>
הפצה עצמית	42	100	21 ± 4	38	לוע ארי גדול <i>Antirrhinum majus</i>
	–	0		20	פרגה אדומה <i>Glauicum grandiflorum</i>

טבלה 1: קליטה, התפתחות והישרדות של צמחי בר שניטעו בחלקת המעקב הראשונה בשנת 2009.

Table 1: Establishment, survival, and development of wildflowers planted in the first experimental plot in 2009

בחלקה שנשתלה בשנת 2011, שיעור הקליטה של כל המינים היה גבוה מאוד. בחלקה זו לא היה כרסום על ידי שפני סלע והצמחים התפתחו היטב. רובם פרחו בתקופת האביב בשנה הראשונה לאחר השתילה (טבלה 2).

כנראה פגיעה בהתפתחות השתילים גם בשל הקרקע הגירנית (לחלקת המקור של המינים שנשתלו אין חשיבות בקביעת עמידותם לגיר, כיוון שאינה מעידה, לדעתנו, על העמידות הבסיסית של מינים אלו לגיר). למרות זאת, כבר באביב השני לאחר הנטיעה החלקה נראתה טבעית וססגונית.

פריחה לאחר שנה Blooming after one year	גובה לאחר שנה (ס"מ) Height after one year (cm)	הישרדות לאחר שנה (%) Establishment	גובה התחלתי (ס"מ) Initial height (cm)	מספר פרטים שנשתלו Number of individuals planted	מין Species
תחילת מרץ עד אמצע אפריל	37 ± 4	100	18 ± 3	57	חבלוב מגובשש <i>Euphorbia hierosolymitana</i>
סוף אפריל עד תחילת מאי	60 ± 5	100	8 ± 1	62	מרוות יהודה <i>Salvia judaica</i>
לא פרח	40 ± 5	100	17 ± 2	48	עיריוני צהוב <i>Asphodeline lutea</i>
מתחילת ינואר עד אמצע פברואר	46 ± 6	100	23 ± 3	37	גלונית מצויה <i>Ballota undulata</i>
מתחילת אפריל עד סוף מאי	140 ± 20	94	40 ± 5	56	געדה כרתית <i>Teucrium creticum</i>
מאמצע אפריל עד אמצע מאי	47 ± 4	100	18 ± 3	50	פיגם מצוי <i>Ruta chalepensis</i>
סוף אפריל (תחילת מאי (שבועיים))	36 ± 4	100	nd	49	עיריוני קצר <i>Asphodeline brevicaulis</i>
רק שני פרטים פרחו במאי	44 ± 3	100	16 ± 1	10	שלהבית דביקה <i>Phlomis viscosa</i>

טבלה 2: קליטה, התפתחות והישרדות של צמחי בר שניטעו בחלקת המעקב השנייה בשנת 2011.

Table 2: Establishment, survival, and development of wildflowers planted in the second experimental plot in 2011

דיון ומסקנות

בעבודה נמצא, שניתן לגדל בהצלחה שתילים של מינים בעלי ערך גנני לשתילה בשולי יערות ובשמורות טבע, ולגינון ציבורי חסכוני במים. רוב המינים שנבחנו נבטו היטב, עם וללא השריה במים. יש לציין, כי לא נעשה ניסיון לשמר את הזרעים והם הונבטו רק בשנה הראשונה לאחר האיסוף. שתילים של מספר קטן של מינים לא שרדו לאחר העתקה למכלי הגידול. נראה שתנאי הגידול, בעיקר מצע ותדירות ההשקיה, וייתכן גם שהעונה, לא התאימו להתפתחות של מינים אלו. סביר להניח, שלימוד נוסף של תנאי ההנבטה והגידול יאפשר גידול שתילים גם של מינים אלו.

השתילה בשטח נעשתה לאחר שירדה כמות משקעים גדולה (לאו דווקא הגשם הראשון), כפי שממליץ Aldrich (2002). לטענתנו, לסנכרון עם מועד הגשמים ישנה חשיבות מרובה. לאחר השתילה השתילים לא דושנו. דישון מספק יתרונות מועטים בלבד לצמחי בר, והוא עלול להגביר את צמחיית העשבים הרעים.

מתוצאות העבודה ניתן להסיק, שההתפתחות הנאותה של שתילים של מרבית המינים שנבחנו בשטח הייתה תלויה במספר גורמים:

1. השקיה בעת השתילה ובמהלך העונה הראשונה לאחריה.
2. מניעת תחרות של צמחייה טבעית.
3. קרקע מתאימה (לא גירנית).
4. הגנה מפני אכילה על ידי בעלי חיים, באמצעות שימוש בשרוול נטיעה בשטחים שבהם קיימת סכנת אכילה.
5. מניעת וונדליזם באמצעות הסברה נאותה.

הממצאים של המחקר הנוכחי תואמים את המדווח בספרות המקצועית. על פי Lindgren וחוב' (2010) הבעיה העיקרית של שימוש בפרחי בר בגינון היא התחרות עם עשבים רעים. הם ממליצים על מספר שיטות להדברתם: השקיית הקרקע לפני השתילה או הזריעה, כדי לעודד את העשבים הרעים לנבוט ואז לסלקם, הסרת שכבת הקרקע העליונה, שימוש בקוטלי עשבים, שרפה, כיסוח וחיטוי סולרי. מומלץ להשתמש בשילוב של שתי שיטות. המלצה דומה להשמדת עשבייה באזור השיקום ניתנה על ידי Cione et al., (2002), שעסקו באזור שיחי בדרום קליפורניה וכן על ידי Aldrich (2002), שטען כי הדברה של עשבים רעים היא המפתח להתבססות של צמחי בר מקומיים. הוא ממליץ לכסח את האתר במהלך השנים הראשונות לפני שהעשבייה מייצרת זרעים. לאחר הזריעה או השתילה הוא ממליץ על עישוב ידני, לפחות בשלב הראשון.

מומלץ להשקות את הצמחים שנשתלו עד להתבססות, בכמות מים בהתאם לצרכים (Cione et al., 2002). Aldrich (2002) טען, כי השקיה נאותה מסייעת לקליטה של צמחי

בר וכי היא מביאה לפריחה יפה ולתקופת פריחה ממושכת יותר. עם זאת, השקיה תכופה מדי יכולה לגרום להתפתחות עשבייה רבה.

Lindgren וחוב' (2010) ו-Cione וחוב' (2002) טוענים, כי הקרקע מהווה גורם חשוב בשימוש בצמחי בר. גם Knapp & Rice (1994) הדגישו את החשיבות של הקרקע והתנאים האקולוגיים בכלל לגבי התאמה של מינים שונים לבית הגידול המשוקם. Lindgren וחוב' (2010) ממליצים לבדוק לפני הזריעה או השתילה את סוג קרקע, ה-pH, מידת ניקוז הקרקע, פוריות הקרקע, וכן את רמת הלחות, הקרינה והצומח המקומי.

קיימת אפשרות לזריעה ישירה של צמחי בר. שיטה זו נבחנה לגבי מין אחד פרגה אדומה, שאפשרה התבססות של מין זה בשטח (גודנובה: נתונים בע"פ). על פי Palmerlee & Young (2010), זריעה ישירה של צמחי בר יכולה להוביל להתבססות באזורים מדבריים בשנים טובות מבחינת משקעים. Lindgren וחוב' (2010) טוענים, כי לשתילה יתרונות רבים על זריעה ישירה אפילו בשטחים גדולים. שתילה מאפשרת קביעה מדויקת של מיקום הצמח, התבססות קלה ומהירה וכן מייצרת את הצורך לעישוב אינטנסיבי.

תודות

הכותבים מודים לקרן דוד נחמיאס, לקק"ל ולחברה להגנת הטבע על תמיכתם בפרויקט זה. לד"ר דוד ברנד, חיים סהר ואביב איזנבנד מקרן קימת לישראל; לד"ר אורי פרגמן-ספיר מהגן הבוטני האוניברסיטאי ירושלים; לנעמי צור, מנהלת החברה להגנת הטבע לשעבר וסגנית ראש עיריית ירושלים לשעבר; לאורי גלפנד, ממחלקת שפ"ע בעיריית ירושלים, שסייעו בשלבים שונים של העבודה.

מקורות

- שנתון סטטיסטי לישראל (2014) מס' 65. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מדינת ישראל.
- Aldrich, J.H. (2002). Factors and benefits in the establishment of modest-sized wildflowers planting: A Review. *Native Plant Journal*, 3: 67–86.
- Cione, N.K., Padgett, P.E. & Allen, E.B. (2002). Restoration of a native shrubland impacted by exotic grasses, frequent fire, and nitrogen deposition in Southern California. *Restoration Ecology*, 10: 376–384.
- Fedler, A.K., Landis, D.A. & Wratten, S.D. (2008). Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control*, 45: 24–271.
- FHWA. (1995). FHWA policy memorandum HEP-42. Office of Environment and Planning, Federal Highway

- Administration, United States Department of Transportation, Washington DC: Retrieved February 22, 2015, from: <http://www.fhwa.dot.gov/legsregs/directives/policy/memo50.htm>
- Handel, S.N., Robinson, G.R. & Beattie, A.J. (1994). Biodiversity resources for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 2: 230–241.
- Knapp, E.E. & Rice, K.J. (1994). Starting from seed: Genetic issues in using native grasses for restoration. *Restoration and Management Notes*, 12: 40–45.
- Knapp, E.E. & Rice, K.J. (1997). Ecotypes of native species: How local is local in restoration plantings? *California Exotic Pest Plant Council Symposium Proceedings*, 3: 51–55.
- Knapp, E.E. & Rice, K.J. (2009). Effects of competition and temporal variation on the evolutionary potential of two native Bunchgrass species. *Restoration Ecology*, 19: 407–417.
- Lickorish, S., Luscombe, G. & Scott, R. (1997). *Wildflowers work: Technical guide to creating and managing wildflower landscapes*. Liverpool, United Kingdom: Landlife.
- Lindgren, D.T., Todd, K.W. & Killinger, E.m. (2010). Wildflowers for the home landscape: Perennials for sunny sites. NebGuide. Retrieved February 22, 2015, from: <http://www.ianrpubs.unl.edu/pages/publicationD.jsp?publicationId=1272>
- Millar, C.L. & Libby, W.J. (1989). Disneyland or native ecosystem: Genetics and the restorations. *Restoration and Management Notes*, 7:18–24.
- Milstein, G.P. (2005). The uses and potential of wildflower seed and landscaping (pp. 39-52) In: MB. McDonald & Kwang F.Y. (Eds.), *Flower seeds: biology and technology*. CABI Publishing, UK.
- Montalvo, A.R. & Ellstrand, N. (2000). Transplantation of the subshrub *Lotus scoparius*: Testing the home-site advantage hypothesis. *Conservation Biology*, 14: 1034–1045.
- Montalvo, A.M., Williams, S.L., Rice, K.J., Buchmann, S.L., Cory, C., Handel, S.N., Nabhan, G.P., Primack, R. & Robichaux, R.H. (1997). Restoration biology: A population biology perspective. *Restoration Ecology*, 5: 277–290.
- National Wildlife Federation. (2006). Backyard wildlife habitat. Retrieved February 22, 2015 from <http://www.nwf.org/backyardwildlifehabitat/S>.
- Perez, H.E., Adams, C.R., Kane, M.E. Norcini, J.P., Acomb, G. & Larcen, C. (2010). Awareness of and interest in native wildflowers among college students in plant related disciplines: a case study from Florida. *Hortechology*, 20: 368–376.
- Palmerlee, A.P & Young, T.P. (2010) Direct seeding is more cost effective than container stock across ten woody species in California. *Native Plant Journal*, 11: 89–102.
- Steinberg, T. (2006). *American green: The obsessive quest for the perfect lawn*. W. W. Norton and Company, New York.
- Van Diggelen, R. & Marrs, R.H. (2003). Restoring plant communities – introduction. *Applied Vegetation Science*, 6: 106–110.
- Winterman, D. (2005). Suburban paradise. BBC news magazine, Retrieved February 22, 2015, from <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/1/hi/magazine/4579333.stm>.
- Younis, A., Riaz, A., Saleem, S. & Hameed, M. (2010). Potential use of wild flowers in urban landscape. *Acta Horticulturae* 881: 229–234.

אלוני התבור במרום הגליל

עמרי בונה

במדור עצי תפארת בחרנו הפעם להציג שני עצי אלון התבור (*Quercus ithaburensis*), גדולי ממדים, שהם גם יחידים במקום גידולם במרומי הגליל העליון המזרחי, למעט עצים צעירים, כנראה צאצאיהם, הגדלים בסמיכות להם. הגבהים הטופוגרפיים הגבוהים יחסית, שבהם הם גדלים, 660 מ' ביער ברעם ו-800 מ' ביישוב בירייה, אינם מאפיינים מין זה אלא את קרוביו האלון המצוי (*Quercus calliprinos*) ואלון התולע (*Quercus boissieri*), הגדלים במרומי הגליל העליון.

תמונה 1: עץ אלון התבור (*Quercus ithaburensis*) ביער ברעם (נ.צ.)
מדרום 243344/774256
מזרח לחוות מתיתיהו.
גובה העץ 13 מ', קוטר גזעו 121 ס"מ והיטל נופו כ-400 מ"ר (צילום: עמרי בונה).

Picture 1: *Quercus ithaburensis* tree in Bar'am Forest. The tree height is 13 m, its diameter is 121 cm and its projection area is 400 m² (Photo: Omri Bonneh).



תמונה 2: יערני קק"ל תחת כותרת אלון התבור ביער ברעם.

Picture 2: KKL foresters under the oak tree.



תמונה 3: עץ אלון התבור
(*Quercus ithaburensis*)
ביישוב בירייה (נ.צ.
247081/764594). גובה העץ
13 מ' וקוטר גזעו 90 ס"מ.
בסביבות העץ פותח "גן
עמי" (צילום: עמרי בונה).

Picture 3: *Quercus
ithaburensis* tree in
"Ami Garden" in Biriya.
The tree height is 13 m
and its trunk diameter
is 90 cm (Photo: Omri
Bonneh).



עצי הלבנה הרפואי באתר יודפת

הלבנה הרפואי הוא אחד ממיני החורש היפים בארץ וניכר בעליו בעלי גוון ירוק בצדם העליון ולבן-כסוף בצדם התחתון ובפריחתו השופעת והריחנית המושכת אליה דבורים. תפוצת הלבנה הרפואי בארץ רחבה, אך ברוב המקרים הוא מופיע כמין משני המלווה את אלון התבור או אלון מצוי. במדרון הצפוני והצפון-מערבי של אתר יודפת, בגובה של כ-400 מ', קיים מופע מיוחד במינו של כמה עשרות עצי לבנה רפואי עתיקים, היוצרים יער פארק שכמעט אינו מעורב במיני חורש נוספים. העצים בגודל בינוני, בגובה 6-8 מ' ובקוטר 35-76 ס"מ (תמונת השער). ייתכן שרעיית הלחץ של עדרי העיזים במשך שנים רבות באתר יודפת גרמה להתפתחות ריכוז זה של עצי לבנה רפואי, שנאכלים פחות ממינים אחרים בשל רעילותם.

תמונה 4: עץ לבנה רפואי (*Styrax officinalis*)
בנ.צ. 226090/748790. גובה העץ 7 מ' וקוטר גזעו 64 ס"מ
(צילום: עמרי בונה).

Picture 4: *Styrax officinalis* tree near the Yodfat
archeological site. The tree height is 7 m and its
trunk diameter is 64 cm (Photo: Omri Bonneh).

מחקרי כנפי קק"ל

ירון צ'רקה, הצפר הראשי, קק"ל

birds@kkl.org.il

קבלת החלטות של העגורים האפורים בקשר לנדידה
תלמידת המחקר סשה פקרקסי, בהדרכתו של פרופ' רן נתן מהאוניברסיטה העברית, שוקדת בימים אלה באגמון החולה על מחקר בנושא קבלת החלטות של העגורים האפורים בנוגע לנדידה. העגור האפור הוא מין משפחתי במיוחד. בני

אחת המטרות של כנפי קק"ל היא הרחבה והעמקה של מחקר בעלי הכנף בישראל. אנו תומכים במחקרים רבים שיעזרו לנו לנהל בצורה טובה יותר את השטחים הפתוחים ואת אתרי הצפרות שבתחום אחריותנו. בשורות הבאות נתאר בקצרה תוצאות ראשוניות של המחקרים שבהם אנו מעורבים.

עגורים אפורים | *Grus grus*

אנו עוקבים בימים אלה אחר 5 עגורים אפורים (*Grus grus*) שמושדרו באגמון החולה במהלך מחקרה של סשה פקרקסי ((ראו מפה בעמ' הבא). במסגרת המחקר מתקיים שיתוף פעולה עם ד"ר יורי מרקין, משמורת אוקה שברוסיה, שאף הגיע השנה לאגמון לסייע בלכידת ומישור העגורים.

המיקומים של העגור שמושדר בחורף 15-2014 מופיעים בוורוד (2015) וסגול (2016). עגור זה נע במהלך קיץ 2015 על פני שטח נרחב ברוסיה, ונראה שלא קינן בעונה זו. המיקומים של שלושת בני המשפחה שמושדרו יחד בחורף 2016 מופיעים בירוק (בוגר/ת), תכלת ואדום (צעירים). כולם חצו את הים השחור באביב האחרון דרך אזור חצי האי קרים. הבוגר יצא לנדידה כ-10 ימים לפני הצעירים, שיצאו באותו יום במסלולים דומים אך לא זהים. הצעירים שוהים במקומות שונים באוקראינה, והבוגר המשיך צפונה לרוסיה והגיע ממש במקרה לאתר קינון הסמוך לשמורת אוקה. ד"ר מרקין נסע לחפש את העגור הבוגר שמישדרנו יחד איתו, והצליח לצלם אותו (תמונה עליונה) ליד קן ובו שתי ביצים (תמונה תחתונה).

מיקומי של עגור צעיר נוסף שמושדר באגמון בחורף 2016 מופיעים בכחול. צעיר זה עזב את האגמון באמצע חודש מארס, כעשרה ימים לאחר האחים הצעירים שתוארו קודם. הוא חבר בנתיב שחוצה את הים השחור, ושוהה כרגע בדרום רוסיה.

These days we are following 5 Eurasian Common Cranes (*Grus grus*) that were tagged in Agamon Hula with GPS transmitters during Sasha Pekarsky's research (see map on the next page).

The locations of a crane tagged in winter 2014-15 are shown in pink (2015) and violet (2016). This crane moved during summer 2015 over a large area in Russia, and seems not to have bred that year.

The locations of 3 family members tagged together in winter 2016 are shown in green (adult), light blue and red (juveniles). All three crossed the Black Sea last spring via the Crimean Peninsula area. The adult started spring migration 10 days before the juveniles, which flew northward on the same day in similar but not identical routes. The juveniles stay in different locations in Ukraine, while the adult continued north to Russia and nested incidentally not far from Oka State Reserve. Dr. Yuri Markin of the Oka State Reserve, who cooperates with us on the crane research, searched for the adult crane we tagged together with him, and found it near a nest with 2 eggs (photo: Dr. Yuri Markin).

The locations of another young crane tagged in the Agamon in winter 2016 are shown in blue. This young crane left the Agamon in the middle of March, 10 days after the young brothers described above. After crossing the Black Sea, it is now in southern Russia.



מגרשים אותם משדות אחרים, שאך זה נבטו. מעקב אחר עגורים ממושדרים הראה, שעגור שגורש משדה מסוים נוטה שלא לחזור אליו. נתונים אלה מעודדים מאוד מבחינת החקלאים.

הרכב יערות האורן הנטועים והשפעתו על אוכלוסיית הציפורים
תלמיד המחקר עוזי דגן, בהדרכתו של פרופ' עדו יצחקי מאוניברסיטת חיפה, בוחן במחקרו את השפעת הרכב יערות האורן הנטועים על אוכלוסיות הציפורים והתנהגותן, תוך שימוש בציפורים כביו-אינדיקטור טוב למצב בית הגידול. המחקר מתבצע ב-20 נקודות ביערות אורן בוגרים ברמת מנשה ובכרמל. בכל נקודה דוגם עוזי את מצאי הציפורים על פי פרוטוקול דגימה קבוע. נקודות התצפית מחולקות לשלושה בתי גידול עיקריים: יער אורנים ללא תת-יער, אורנים דלילים עם תת-יער מפותח ואורנים צפופים עם תת-יער מפותח.

מהתצפיות שהתבצעו עד כה עולה הרושם, כי ביער הצפוף עם תת היער המפותח נמצאות יותר ציפורים ובמגוון מינים גדול יותר. אחריו ברשימה נמצא היער הדליל עם תת היער המפותח, וסוגר את הרשימה בית הגידול שאין בו תת-יער. בהמשך המחקר מתכנן עוזי לבדוק השפעות של בתי הגידול השונים על רמת החששנות של הציפורים ועל סיכויי הטריפה של ביצים בקן. אנו מעוניינים לשלב במחקר זה גם רכיב של מדע אזרחי, שבו יתבקשו חובבי ציפורים להגיע לנקודות שונות ביערות ולדגום את הציפורים על פי פרוטוקול המחקר, כדי לעבות את כמות הנתונים שנאספו.

חשיבות היער הנטוע כבית גידול לעטלפי חרקים
פרופ' כרמי קורין וד"ר אורנע רייזמן-ברמן, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, חוקרים את חשיבות היער הנטוע כבית גידול לעטלפי חרקים. מתוך 31 המינים של עטלפי החרקים החיים בישראל, 14 מינים נחשבים עטלפי יער. עטלפים אלה לנים בחללי עצים, או משחרים למזון בסביבת היער הטבעי והנטוע. המחקר התבצע עד כה ביערות חנניה ובירייה שבגליל העליון. ביערות אלו נדגמו 10 חלקות אורנים עם תת-יער מפותח, שלצד כל אחת מהן חלקת חורש טבעי. במחקר לא נמצא הבדל מובהק בין עושר המינים ביער ובחורש: ביער נדגמו 15 מיני עטלפים, ובחורש 14 מינים. על אף שלא נמצאו הבדלים סטטיסטיים מובהקים בעושר המינים ביער ובחורש, נראה כי עושר המינים ביער יציב יותר לאורך השנה מאשר עושר המינים בחורש. ייתכן שעל פני מחקר רב-שנתי ניתן יהיה לברר האם תופעה זו חוזרת על עצמה, וכן אלו מינים תורמים ליציבות המספרית ביער ואלו שינויים חלים בעושר המינים בחורש בין העונות.

במחקר תועדו עד כה כ-80% ממיני עטלפי החרקים החיים בצפון הארץ, והדבר מעיד על חשיבות הגדולה של



הזוג שומרים אמונים זה לזו כל ימי חייהם ונמצאים יחד לא רק בעונת הדגירה, אלא גם בחורף. בשונה מרוב מיני הציפורים, צעירי העגורים לומדים את רזי הנדידה מהוריהם: כל המשפחה נודדת יחד בתום עונת הקינון, לאחר שהצעירים מסוגלים לנדוד. המשפחה מבלה את כל החורף ביחד ורק באביב נפרדים הצעירים בני השנה מהוריהם, המתפנים לגידול הדור הבא.

הנחת המחקר של סשה היא, שגם קבלת ההחלטות לגבי מועדי הנדידה, טווח הנדידה וקצב הנדידה עשויה להיות תלויה במצבם של כל בני המשפחה. כדי לבדוק את המחקר הזה מנסה סשה להצמיד משדרי GPS למשפחות של עגורים, או לכל הפחות לעגורים ממגוון 'מצבים משפחתיים' (מקננים, לא מקננים, צעירים). באמצעות משדרים אלה היא תנסה להתחקות אחר מצבם של העגורים השונים, והשפעת מצב זה על דפוסי הנדידה. בנוסף למשדרי ה-GPS מוצמד לעגורים גם משדר זעיר, המאפשר באמצעות מערכת ה-ATLAS המותקנת בעמק החולה, ניטור מדויק של תנועותיהם בעמק. מוקדם עדיין להסיק מסקנות ממחקר זה, אבל כבר השנה הציגה סשה לאנשי פרויקט העגורים בעמק החולה מסקנות ראשוניות על דפוסי ההתנהגות של העגורים, בתקופה שלפני ההאכלה שלהם. בתקופה זו, מניחים החקלאים לעגורים לאכול את שאריות גידולי הבוטנים שנקצרו בשדות, אך

מפת מיקומים של עגורים ממושדרים. ראו הסבר מפורט בעמ' הקודם.

Map of the locations of GPS tagged Cranes. See detailed explanation on the previous page.



עטלפון אירופי | *Pipistrellus pipistrellus*

עטלף יער קטן מאוד הניזון מחרקים. בישראל נפוץ בעיקר בצפון, אך מצוי גם בשפלת יהודה המהווה את גבול תפוצתו הדרומי. שוכן בסדקי סלע או בחללים בגזעי עצים. משחר למזון באזורים פתוחים ובסביבות סבוכות וסבוכות למחצה כגון היער ושולי היער, חורשות ומעל מקורות מים. במחקר הנוכחי היה המין השכיח ביותר יחד עם עטלפון לבן שוליים (צילום: עזרא חדד).

Common pipistrelle – *Pipistrellus pipistrellus*

A very small forest bat. Feeds on insects. In Israel, common mainly in the north, but can be found also in the Judean Plains – its southern distribution border. Resides in rock crevices or holes in tree trunks. Forages in open land and in dense and semi-dense environments like forests and forest edges, woods and water. In our research, this (along with Kuhl's pipistrelle [*Pipistrellus kuhlii*]) bat was the most common species.

היערות והחורש הטבעי כבית גידול לעטלפי חרקים. בהמשך מחקרם, ידגמו כרמי ואורנע חלקות יער וחורש במרכז הארץ וינסו גם לנתח את פעילות העטלפים בגבהים השונים.

בהמשך למחקר זה ראוי לציין, כי הוכח שעטלפים נפגעים מתת הלחץ שיוצרים להבי טורבינות רוח. הצבת טורבינות רוח ביערות, המתוכננת כיום במספר הולך וגדל של אתרים, חייבת לקחת בחשבון את חשיבות היער כבית גידול לעטלפים ואת הסיכון הכרוך בהצבת טורבינות בבית הגידול הזה.

ינשוף העצים כמדבירים ביולוגיים

ד"ר מוטי צ'רטור, יחד עם פרופ' עדו יצחקי, מאוניברסיטת חיפה, ופרופ' רן נתן מהאוניברסיטה העברית, מעוניינים לבדוק את תרומתם של ינשוף העצים, שיערות קק"ל משמשים אכסניה לרבים מהם, כמדבירים ביולוגיים. במחקרם הם מנסים לבדוק, ראשית כל, האם ניתן לעודד את אוכלוסיית ינשוף העצים, המקננת בדרך כלל בקינים נטושים של עורבים אפורים, על ידי הצבת סלי קינון בשולי יער על גבול אזורים חקלאיים. במסגרת המחקר הוצבו בשנה שעברה 96 סלסילות קינון על עצים בעמק יזרעאל, ברמת מנשה ובעמק החולה.

בזמן כתיבת שורות אלה ידוע לנו על קינון של ינשוף עצים בשבע מסלסילות אלה, בנוסף ל-10 סלסילות שאוכלסו על ידי בזים מצויים וסלסילה אחת שנתפסה על ידי זוג ברכיות. בהמשך המחקר מתוכנן מעקב אחר תחומי השיחור לטרף של ינשוף העצים באמצעות משדרי GPS שיוצמדו אליהם. המחקר נמצא בראשית דרכו ואנו מקווים לעדכן על תוצאות מעניינות בהמשך.



ינשוף עצים | *Asio otus*

ינשוף עצים (*Asio otus*), שצולם על ידי מוטי צ'רטור, כשהוא דוגר באחת מ-96 סלסילות שהוצבו במסגרת המחקר על דפוסי הציד של ינשוף העצים בטוחים חקלאיים.

Long-eared owl (*Asio otus*) photographed by Motti Charter nesting in one of the 96 baskets that were set up as part of the research on Long-eared owls hunting patterns in agricultural environments.

אטלנטית ויש שפע של מים, ובחלקת אלות עשירה בפירות במדרשת בן-גוריון. לאחר מחקר השדה נערך מחקר דומה בתנאים מבוקרים בכלובים, שבהם שהו סבכים שחורי-כיפה בשלושת התנאים המתוארים למשך ארבעה ימים, לפני ששחררו חזרה לטבע.

התוצאות הדגישו את חשיבותם של מים זמינים לסבכי שחור הכיפה, ציפור שיר נפוצה ביותר בעונות הנדידה בישראל, לצורך הפקת השומן הנדרש להם לנדידה מפירות עצי האלה. אצל סבכי טוחנים, מין נפוץ אחר, לא נמצאה תלות מובהקת במים. מהמחקר עולה, כי בנוכחות סוכר גבר קצב העלייה במשקל הגוף. בניסוי המבוקר נמצא, כי בנוכחות סוכר ירדה צריכת פירות עץ האלה ומסת הגוף עלתה, אך קצב ההשמנה ירד מעט. ייתכן כי הסוכר משמש מקור לאנרגיה מידית, בעוד שפירות האלה משמשים מקור לאגירת אנרגיה לטווח הארוך בצורה של שומן, שהוא הדלק לנדידה.

לתוצאות מחקר זה חשיבות לניהול הממשק של חלקת האלות בעין רימון. חלקה זו סבלה בשנים האחרונות מהידלדלות עקב בצורת ובניית כביש 6 בסמוך לה. בקיץ האחרון תגבר היערן הגושי את ההשקיה בחלקה, וההתאוששות של חלק מהעצים ניכרת בשטח. בכוננתנו להפעיל את חלקת האלות בעין רימון כאתר כנפי קק"ל קהילתי, ועבודות שונות מתבצעות בכיוון זה כיום, בהובלת טלילה ליבשיץ – רכזת קהילה ויער של אזור הנגב הצפוני.

מחקרים בתחנת הטיבוע באגמון החולה

מהסתיו האחרון מופעלת תחנת הטיבוע באגמון החולה על ידי כנפי קק"ל. שי אגמון הצפר והמטבע האחראי באגמון מטעמנו, ונתן אדלשטיין – מתנדב שנת השירות שלנו, מפעילים את התחנה על בסיס קבוע, ותורמים גם למחקר המתקיים באזור.

דוגמה בולטת למחקר כזה הוא המחקר הגנטי, שמבצעת שני ריבא בתחנת הטיבוע שלנו, בהנחיית ד"ר יוני וורטמן, וד"ר רואי גוטמן מהמכללה האקדמית תל חי, ואביעד סטולר וד"ר ירון דקל מחברת גליל גנומיק אנליסיס (GGA). במחקרם, מנסים החוקרים להתחקות אחר גנים המשפיעים על מועדי הנדידה של קניות קטנות. במהלך נדידת הסתיו של 2015, נלקחו דגימות דנ"א מקניות שטובעו בתחנה כחלק מהעבודה השוטפת. המחקר בוחן האם שונות גנטית של אזור בדנ"א, הידוע כמשפיע על השעון הביולוגי של הציפורים, קשור לתאריכי הנדידה השונים של הקניות.

אנו מעורבים כיום בהתחלות נוספות של מחקרים מרתקים, שטרם הגיעה העת לזווח עליהם מעל דפי 'יער'. בעתיד נמשיך ונעדכן במחקרים חדשים, בתוצאות ובמסקנות נוספות מהמחקרים שפרשנו לפניכם כאן.

השפעת זמינות מים על תהליכי צבירת שומן בציפורי שיר במהלך נדידת הסתיו

במסגרת עבודת המאסטר שלה חקרה עדי יחזקאל, בהנחיית של ד"ר אייל שוחט ופרופ' עופר עובדיה, מאוניברסיטת בן-גוריון, את תהליכי ההשמנה של ציפורי שיר במהלך נדידת הסתיו. עיקר העבודה בוצע בחלקת האלות האטלנטיות שלנו בעין רימון, בשולי יער להב. חלקה זו הפכה ב-20 השנים האחרונות לאתר חניה חשוב ביותר לנוודי סתיו. פירות האלה, העשירים בשומן, משמשים מקור 'דלק' משמעותי לנוודי הסתיו לפני חציית רצועת המדבריות בדרכן לאפריקה.

במחקר נבדקו קצב צבירת השומן והעלייה במשקל של סיבכים וקיכלים בעין רימון בשלושה מצבים: במצב שבו לא היו מים זמינים בחלקה, במצב שבו נוספו מים לשתייה, ובמצב שבו נוספו מים לשתייה וגם מי סוכר. בנוסף לעין רימון, נבדקו במקביל קצב ההשמנה והעלייה במשקל של נוודי סתיו בפארק ירוחם – מקום בו אין פירות של אלה



סבכי שחור-ראש (זכר) | *Sylvia melanocephala* (male)

סבכי שחור-ראש, זכר – *Sylvia melanocephala* (צילום: רעי סגלי)
כמעט המין היחיד (להוציא את סבכי השיטים הנדיר) היציב בישראל ממשפחת הסבכיים הענפה. מצוי בעיקר בצפון ומרכז הארץ, אך מתרחב כיום לצפון הנגב. בחורף מגיעה בעיקר לנגב אוכלוסייה המקננת מצפון לישראל. הסבכי שחור הראש הוא המין הנפוץ ביותר במחקרו של עוזי דגן עד כה.

Sardinian warbler, male – *Sylvia melanocephala* (photo: Rei Segali)
Almost the only resident warbler species in Israel (other than the rare Arabian warbler). Common in northern and central Israel, but currently extends its distribution southward to the northern Negev. The wintering population in the Negev breeds mainly in northern and central Israel. The Sardinian warbler is the most common species reported so far in Uzi Dagan's research.

השבת אלוני התבור לשרון

עפר בינדל



בשנת 2009 החלה לפעול קבוצה קטנה של תושבי יישובים בשרון, שחלומם להחזיר לסביבה את יער האלונים, שהתקיים באזור עד לפני כ-100 שנה, ונעלם בעיקר כתוצאה מכריתות מסיביות, שביצעו השלטונות התורכיים במהלך מלחמת העולם הראשונה. קבוצה זו, בראשות ארנון גורן וכותב שורות אלה, החלה לאסוף בלוטים מעצים מקומיים ולהטמינם בעזרת מתנדבים בשטחים המצויים בפארק השרון.

בשנת 2009 בוצעה הטמנה ראשונה של מאות בלוטי אלון תבור, שלושה בלוטים בכל נקודה. הנביטה הייתה טובה מאוד, אך בקיץ מרבית הנבטים התייבשו עקב מחסור במים. שנה לאחר מכן בוצעו שוב הטמנות של מאות בלוטים, אשר קיבלו במהלך הקיץ השקיית עזר באמצעות נגרר ודלים. עשרות נבטים התבססו ושרדו את הקיץ. בשנת 2011 בוצעה הטמנה נוספת של מאות בלוטים ושופרה שיטת ההשקיה בקיץ, אשר בוצעה בעזרת משאית עם מכל מים בנפח של 2 קוב. כ-200 נבטים שרדו את הקיץ. בשנים 2012-2016 נמשכו האיסוף וההטמנה של הבלוטים ונוסף טיפול של חיפוי בעזרת רסק עץ בסביבות נבטי האלונים, המוריד את טמפרטורת בית השורשים ושומר על לחות הקרקע. כמו כן, השקיית העזר השתפרה ובוצעה בעזרת כבאית ישנה. נכון להיום, התבססו כבר בשטח 300 עצים הפזורים במרחקים של 5-10 מ' זה מזה וגובהם נע בין 30-50 ס"מ. לא פחות חשוב מכך, יוזמה זו גורמת להעלאת המודעות

מתנדבי הפרויקט על גבי הכבאית הישנה סמוך לשטח הנטיעה.

Project volunteers on the old fire engine near the planting site.

לשמירה ולשיקום השטחים הפתוחים בקרב ציבור גדל והולך של תושבים ולחינוך הדור הצעיר לאהבת עצי אלון התבור. סיפורו של ז'אן גיאנוו "האיש שנטע עצים", המתאר את מפעלו של אדם אחד אשר במשך 47 שנים טמן מידי יום 100 בלוטי אלון או שתל שתילי אשור והצליח במו ידיו לשנות את נופו של חבל ארץ שלם בפרובנס שבצרפת, משמש השראה לפעילות הקבוצה.



השקיית עזר לשתיל אלון תבור על ידי מתנדב צעיר.
A young volunteer irrigating a *Quercus ithaburensis* seedling.

תופרע מנוחת התושבים הגרים בסמוך. כמו כן צריך לבדוק זכויות קניין בקרקע וייעודי קרקע ולמפות את ערכי הטבע, הנוף והמורשת כדי להימנע מפגיעה בהם מחד גיסא ולזהות את אלה היכולים לשמש אטרקציות לרוכבים מאידך גיסא. בסוף שלב התכנון הראשוני נוצר "מסדרון שבילי" – רצועה תחומה שבתוכה השביל יעבור לאחר תכנונו הסופי. בשלב הזה אפשר להעריך את עלות השביל ואת מרכיבי הביצוע שלו. בשלב התכנון המפורט מתכננים את התוואי המדויק של השביל. לעתים קרובות התכנון הזה נעשה בצמוד לביצוע השביל.

בשלב התכנון המפורט מתכננים את התוואי המדויק של השביל. לעיתים קרובות תכנון זה נעשה בצמוד לביצוע השביל.

תכנון קפדני של מערכת שבילים נמשך זמן רב ודורש מעורבות אנשי מקצוע, שימוש בשכבות שונות של מידע גיאוגרפי, הגדרה מדויקת של המטרות והיעדים והרבה סבלנות.

ביצוע השבילים נעשה בדרך כלל על ידי עובדי קק"ל בליווי מקצועי צמוד של מתכנן שבילי אופניים. בתחילת הדרך עבודות הבנייה נעשו בעבודה ידנית אך בשנים האחרונות יש מעבר לשילוב בין עבודה ידנית לעבודת מיני מחפרון המבצע את הפריצה הראשונית של התוואי ואת המעבר באזורים סלעיים. אופי הביצוע וקצב הביצוע משתנים מתא שטח אחד למשנהו ותלויים במרכיבים מקומיים כגון שיפוע, סוג הקרקע ועוד. צוות העובד בקצב של 300 מ' ביום יכול להגיע לאזור מסולע המאט את ההתקדמות ל-20 מ' ביום.

לפני תחילת הביצוע יש לסמן את התוואי בדגלונים צבעוניים במרחקים קבועים. סימון זה מצוין את רצועת העבודה ומאפשר לראות את התכנון בשטח. שביל טוב הוא שביל בר-קיימא. כדי שהשביל שלנו יהיה כזה עלינו להתייחס להיבטי הידרולוגיה וסחיפת קרקע כדי להבטיח שהוא יישאר במקומו גם בעתיד. יש לוודא שהשביל לא הופך לתעלת ניקוז ולדאוג להוצאת מי נגר במקומות מתוכננים; יש לבצע פרטי ניקוז בחציית ערוצים; ויש לבנות את השביל על קרקע הניתנת להידוק כדי שפני השביל לא יתפוררו תחת צמיגי הרוכבים.

לאחר השלמת הביצוע יש לדאוג למיפוי, לסימון ולשילוט השביל כתנאי לפתיחתו לרוכבים. כל מאמצי התכנון והביצוע מושקעים כדי שהרכב יקבל את החוויה הטבעית ביותר שאנו יכולים לספק לו תוך טשטוש הסימנים להתערבות האדם בביצוע השביל עד כמה שאפשר.

תכנון ובניית שבילי אופניים (Single track) ביערות קק"ל

כתיבה: זהר צפון – מנהל מח' תכנון מרחב דרום

תכנון ובניית שבילי אופניים ביערות קק"ל זהר צפון – מנהל מח' תכנון מרחב דרום

תחום רכיבת אופני ההרים בישראל מתפתח במהירות. דומה כי כמעט כל רכב שני או שלישי הנע על כבישי ישראל בימי שישי ושבת בבוקר נושא עמו זוג אופניים תלוי מאחור או על הגג. בשנים 2002-2003 היו בארץ שני שבילי אופניים באורך כולל של כ-30 ק"מ ואילו היום יש עשרות שבילי אופניים מסוג סינגל באורך של יותר מ-1,000 ק"מ, ושבילים רבים נוספים נמצאים על שולחנות השרטוט.

קרן קיימת לישראל היא הגוף המוביל בארץ בפיתוח תשתיות לרכיבת שטח הן מבחינת כמות השבילים הנמצאת ביערותיה והן מבחינת הידע המקצועי הנצבר בקרב עובדי קק"ל בנושא.

השבילים השונים ביערות קק"ל מאפשרים חוויה של רכיבה בטבע בשביל צר עשוי קרקע טבעית המתמוזג עם סביבתו כאילו היה שם מאז ומעולם.

מעטים הם הרוכבים המודעים למאמצים הרבים המושקעים בתכנון שביל אופניים ובבנייתו. לכל פעולה המתבצעת ביער יש השלכות על מערכות החי והצומח, הקרקע ועוד. כך גם לבניית שבילי אופניים. מדובר בתשתית רציפה קולטת קהל בשטח פתוח, מעין כביש עשוי אדמה טבעית בזעיר אנפין. מערכת כזו צריכה

לעבור תכנון קפדני טרם ביצועה. בשלב הראשון יש לכתוב הנחיות פרוגרמטיות המגדירות את האופן שבו יתוכנן השביל. במסגרת זו מגדירים את קהל היעד ואת מטרת השביל (קהילתיות, תיירות, מושכן אזורי או ארצי ועוד), מחליטים אם מדובר בשביל בודד או במערכת שבילים, קובעים את גבולות התכנון ועוד. עבודה זו נעשית על פי רוב בצוות הכולל את אנשי התכנון במרחב, את מנהל האזור, יערנים, רכזי קהילה ויער ומחלקת היער. בשלב השני מתחילים את תהליך התכנון התכנון יכול להסתכם בתכנית אב לשבילי אופניים – תכנית המגדירה את החזון, את היעדים ואת המטרות ומסמנת באופן גס את השבילים השונים. עכשיו מתחילים לרדת לפרטים – מגדירים סדרי עדיפות ויוצאים לתכנון מפורט של השבילים. כשהמערכת מורכבת יותר הנטייה היא להתחיל בתכנית אב. שלב התכנון נעשה על ידי מתכנן שבילי אופניים, לפעמים בשילוב אדריכל נוף, ומטרתו לוודא שהשבילים יבוצעו באופן התואם את המטרות שהוגדרו בפרוגרמה.

במסגרת התכנון צריך להביא בחשבון את כל ההיבטים הכרוכים בהכנסת תשתית הרכיבה ליער. צריך לתכנן את המבואות, להביא בחשבון את נפחי התנועה הצפויים ואת שעות הפעילות ולוודא שלא ייווצרו מפגעים תנועתיים ולא



מסלולי אופניים בשטח עם קק"ל

אתר האופניים של קק"ל הוא המקום
ממנו יוצאים חובבי רכיבה לכל מסלול, סינגל וחוויה

Data Pro | proximity



מה חדש?

חנוכת סינגלים חדשים, הזמנות לתחרויות, רכיבות משותפות, ראלי אתגרי, תכנוני שבילי אופניים בשיתוף תושבי האזור ועוד מגוון אירועים, חוויות ופעילויות מופיעים בדרך קבע בלוח האירועים של אתר מסלולי האופניים של קק"ל ברשת.



לאן רוכבים היום?

בין אם אתם מקצוענים או חובבים, בין אם אתם רוכבים לבד או בקבוצות, אתר מסלולי האופניים של קק"ל מזמין אתכם ליהנות ממגוון מסלולי אופניים ברחבי הארץ הכוללים את כל המידע הנחוץ לרכיבה בשטח, לצד כתבות מגזין מעניינות והזמנות לאירועים על גלגלים.



מה זה סוויץ' בק?

מילון האופניים השלם של קק"ל מעניק לרוכבים ותיקים ומתחילים כאחד, הסברים מלאים ומקיפים על המונחים הטכניים של ענף הרכיבה לצד פירוש מילים בסלנג ובז'רגון המקובלים בתחום.



מדווחים מהשטח

אתר האופניים של קק"ל מציע כתבות תוכן מקוריות, מעניינות ורלוונטיות לקהל הרוכבים בישראל. החל ממידע שימושי, דרך טיפים והמלצות ועד כתבות מהשטח שכל רוכב יזדהה וילמד מהן.



לכתבות נוספות סרקו ובקרו אותנו באתר מסלולי אופניים

eyarok.org.il/bike

היער

גבריאל שילר

vcgabi@netvision.net.il

לאחרונה, בעת מיון ניירת רבה מזמנים עברו, שהייתה בחדרי שבמינהל המחקר החקלאי, גיליתי בשרידי התיק של אגודת היער בישראל – שהייתי מזכירה בסוף שנות ה-70 ובשנות ה-80 חוברת שכותרתה "היער" מאת דוד איזמוז'יק, שהודפסה ופורסמה בשנת 1926. קראתי את 15 הדפים של החוברת הקטנה והתפעלתי מהשפה העברית ומהפתוס בתיאור חסרון היער בארץ והחשיבות בשיקומו ובהקמת יערות חדשים. החלטתי שראוי להביא את תוכן החוברת הנשכחת הזו לידיעת הציבור על מנת שיוכל להתרשם ולהשוות את מצב השטחים הפתוחים והיערות בתחילת המאה ה-20 למצבם עתה בתחילת המאה ה-21, ולמצב עליו חלם איזמוז'יק, כפי שהתפרסם בחוברת היער.

מי היה מר דוד איזמוז'יק

להלן תקציר על דוד איזמוז'יק מאתר ויקיפדיה^[1] ומאנציקלופדיה לחלוצי הישוב ובוניה^[2].
 דוד איזמוז'יק בן אברהם אבא נולד בכ"ט בכסלו תרל"ד (1873) בבינוויץ', מחוז אורשה, פלך מוהילוב (רוסיה הלבנה). הוא קיבל חינוך מסורתי וספג הרבה ידיעות ביהדות. כשגדל נהיה לסוחר ונתמנה למנהל בית חרושת לזכוכית ועסקי עצים ביערות רוסלבל, פלך סמולנסק. הוא היה ציוני מסור כל ימיו וב-1905 עלה עם רעייתו לאה וארבעת ילדיהם לארץ ישראל. המשפחה התיישבה ביפו, בה פתח עסק למסחר בעצים וחומרי בניין, עד שנהיה לאחד מבעלי העסקים הגדולים ביותר בעיר. אחרי מאורעות שנת תרפ"ט העביר את עסקו לתל אביב ופתח סניף בחיפה.

דוד איזמוז'יק עסק הרבה בענייני ציבור בארץ, היה ממייסדי "אחוזת בית" בתל אביב והיה בין הראשונים שבנו בה את ביתם. איזמוז'יק ראה חשיבות גדולה בפיתוחה של תל אביב כעיר מודרנית ושוקקת חיים ועסק בה בפעילות ציבורית ענפה. לאחר כינונה של עיריית תל אביב ב-1922 היה איזמוז'יק לחבר מועצת העיר, ובמשך זמן מה שימש כסגנו של ראש העיר מאיר דיזנגוף.
 לפני כתיבת חוברת "היער", שפורסמה בשנת 1926, הוא פרסם שתי חוברות בענייני יער והן:

1. גידול יערות בארץ ישראל, פורסמה בשנת תרע"ט (1919) ביפו.
2. גידול יערות בארץ ישראל ב', שפורסמה בשנת תרע"ט (1919) ביפו.

ספרונים אלו הודפסו בבית הדפוס א. איתן וס. שושני בתל אביב (הפעיל עד עתה). עותק שלהם נמצא בספרייה של הפקולטה לחקלאות ובספרייה הלאומית בירושלים. יש לשים לב לכך, כי כל החוברות הנ"ל פורסמו כאשר בארץ ישראל שטח היער הנטוע לא עלה על 1,000 דונם, וחוק היערות היה בשלבי הכנה.
 להלן הכתוב בחוברת היער:

היער

מאת: דוד איזמוז'יק

הרבה סגולות טובות ליער והוא מקנה אותן ביד רחבה לכל המסתופפים בצלו. היער הוא נווה שאנן לכל עיני ויגע, מנוס ומפלט לכל נרדף וחלש וארמון נהדר לשטופי כוח ואדירי אומץ. היער הוא אוצר כל חמדה, עולם מלא, עולם פלאי, עולם נסתר, שרק השמש יכולה להציץ בו בעין חודרת; ביער – הרמוניה של אלפי צבעים, אלפי גוונים ובני גוונים, קולות וצלילים; בו שיחת רוחות, רשרוש עלים, נשימה שקטה, אנחת חרש ומנגינה עולמית.

רוצה האדם להכיר את עצמו – יברח אל היער, שם יראה כמה מסכן הוא, יביך מה דל הוא, רחוק מהאמת העולמית. שם ירגיש

א.

מהו יער? אומרים שהוא קישוט לארץ, נוי לסביבה, אבל באמת אין היער דבר חיצוני בלבד והוא יותר מנוי, יותר מקישוט, כי אם חלק מהעצם, דבר בלתי נפרד מהאדמה; בהיעדרו – חסרה הארץ החלק האורגני היותר חשוב ויקר, בלעדיו אין האדמה אלא גוף לקוי ובעל מוס. ארץ בלי יער דומה לאישה תלושת שיער, או יותר מזה; דומה היא לגוף שהפשיטו את עורו מעליו. הרים חשופים זרועי אבני מגור דומים לשלד עצמות בלי גידים ובשר; במקום שאין יער, אין הבריאה שלמה והאדם הגדל בארץ מחוסרת יער, גם טבעו איננו שלם.

התמר המעניקים להם את פריים, אבל עץ שאיננו נושא פרי – עומד להם תמיד אך כשטן בדרך. עד היום משוטט עוד הבדואי בערבה והפלה בהרים ואחרי כל עץ רך וכל שיח יתורו, ועקרו אותו עם שורשיו ומבעירים לפחם. עברו כל הארץ, סבו בכפרים וראו: גם הפלח, שחדל כבר להיות נודד ובמקום אוהל – בית אבנים לו, התקשר אל הקרקע למוץ את לשדה; סבו את ביתו, הקיפו את חצרו – לשווא תחפשו שם שיח, כי לא תמצאוהו; לחינם תבקשו גם עץ ברחובו ועל באר! שאלוהו ואמר לכם, כי רוחות לנות בין העפאים ורשרוש ענפים אלו יבעתנו בשנתו. אך גלי האשפה של ה"מזבלות" שבכפר ישמשו לו למקום מנוחה ולמרבץ תענוגות. כרבות ימי הכפר, כן תרבינה האשפות בשעריו; עליהן מסדרים זקני הכפר את מועצותיהם בערוב היום; ילדי הכפר טרוטי העיניים מתגלגלים שם בחום היום ובערב מתגודדות שם הנשים מוזרות בלבנה.

ד.

ארץ ישראל מחסרת צל עץ; הריה חשופים לקרני השמש הלוהט; מי הגשמים אינם נעצרים בהרים ואינם מספיקים גם להיקלט באדמה; גשם עז כי ירד בהרים – לא יפרם ולא יפריחם; הוא רק סחב יסחב את שכבת האדמה מצלעות הסלע ויעמיד אותו כראש קרח, רוב הנחלים מתייבשים בימות הקיץ ובמקום שאין למים מוצא אל הים, שם הם יוצרים ביצות המשמשות קן לקדחת. באין יער נדדו גם בעלי החיים מהארץ. החיה היחידה המפריעה את הדממה בלילות, היא התן הפחדן, הממשיך את יללתו עד לידי שעמום. כעת תיוצרנה עוד אגדות על גיבורים משסעי אריות ומכי דובים כשמשון ודוד. הגבורה יחד עם החיה עזבו את הארץ. גם מספר בעלי הכנף ירד פלאים בארץ. וכשאתה עובר בהרים והנך מוקסם ממראה הטבע, כשאתה מסתכל ביפי הפראי של קיפולי ההרים והרכסים, יתקוף אותך שממון להרגיש, שבכל המקום הזה אין כמעט כל נפש חיה, שקול צעדיך לא ירגיז ולא יפריח צפור מקנה. לשווא תחפש עקבות חיה על הארץ, לשווא תבקש את בעל הכנף מעל לראשך ברחבי תכלת השמיים. כמוצא שלל רב תשמח על השליו בסוף הקיץ, כשתמצאוהו גולש מן ההר, כאפרוחי תרנגולת הנחפזות לקריאת אמך; או בשוב החסידה מגדות יאור מצרים אל ביצות הצפרדעים אשר בצפון בימות האביב, אז יש אשר יעוף המחנה, יחוג חוגים בשמי ארצך, וכך אורה ללילה נוטה ללון ירד על שדמותיה; או בנדוד צפרים מצפון, בראשית החורף, אז יש אשר יעיבו פתאום שמי ארצך להקות צפרים עוברות בסך במרומי הרקיע. ויש שישמע אלוהים לקול תפילתך והמחנה הפזיז ירד פתאום משמיים ארצה ויתפזר בצפוף על מגדלי עירך. והימים האלה יחרתו בזיכרוןך כימי חגים בעונת ילדותך.

ה.

ארץ ישראל מסוגלת היא מטבעה לגדול יערות, לא פחות מארצות הצפון. האימפוטוס והצפצפה גדלים בשפלה ובפרט

באלפי עיני רחמים, המביטות עליו, על הבן שגורש משולחן אביו, הבן שיצא לתרבות רעה וחזר משולל חוש ההרגשה, חסר חוש הראייה והשמיעה; על הבן שנקרע מאימו – הטבע, ולהט החרב המתהפכת עומד לו לשטן לשוב לחיקה.

רוצה האדם להכיר את קונו – יבוא אל היער, שם השכינה שרויה, בת קול מנהמת שם מעל כל עץ ושיח, כרובי אורה פורחים מענף לפרח, הטל נוצץ כזוהר הכוכב ומראה כס יח משתקף בעין זו הבדולח.

ב.

היערות שומרים על הלחות של האקלים, המה מושכים אליהם את הגשמים ואוצרים את שפע המים בקרקעיתם; ביער אין מי הפלגים והאגמים מתנדפים מהר והרי הם שמורים לארץ ליום שרב, ליום קיץ; הגשמים היורדים על הרים מכוסי יערות – מימיהם פוגשים מעצורים בדרכם: שורש כל עץ ושיח מעכבם ולאט לאט יורדים המים לעמקים ויוצרים בדרכם פלגים שמימיהם אינם פוסקים; פלגי מים אלה, כשהם מתאחדים ומצטרפים לנהרות, יעשו את הארץ מסביב לאדמת משקה, אדמת תנובה, אדמה המשיבה ברכה לעובדיה, אדמה המפריה ומרבה אוכלוסייה, אדמה השופעת חיים לאדם ולבהמה, וכאם רחמנייה היא מלטפת את כל הקרוב אליה. אדמה כזו, היא אם כל חי.

היער שומר על החיות ועל ציפור כל כנף. כשמקצצים את היער – מחריבים את קנו של בעל הכנף ומבריחים ממאורתו את בעל החי; החיה סובלת את קרבת האדם, כל זמן שאימת הגרזן לא תבעתנה.

הציפור משתפכת בשיריה מעל ראש האדם, כל זמן שלא שלח ידו בקנה; מכיוון שהניף האדם את הגרזן על היער – החיה תעזבנו ואת צפצוף הציפור לא ישמע עוד; ואין נקמה גדולה מזו למחבל היער, לאדם!

ארץ מחוסרת חיות ועופות – חסרת הרמוניה היא; בריאתה אינה שלמה ואנשיה חסרי אופי המה, כי רק סביבה טבעית מלאה היא בית החינוך האמיתי לאדם. סביבה טבעית כזו מאמצת את חושינו של האדם, מחדדת את רגשותיו ודוחפת אותו לניסיונות מעזים; היא מלמדת אותו להתגבר על מכשולים, ללחום ולנצח, אבל אדם שנוגד מחוץ לסביבה טבעית שכזו – דמיונו כבן השפחה שנוגד בבית הבור, בן אדם הנכנע לגורלו, מוג לב וחסר אונים.

ג.

ארץ ישראל, אשר כיום מחוסרת יער היא – במשך אלפיים שנה שטפוה עמים זרים, את בניה הגלו ואת יערה-ניזרה הורידו לארץ. הארץ הייתה מרמס לשפעת קלגסין מכל הלאומים ומכל הארצות וכולם כמו עמלו ויגעו לבער את יערה ולהשחית את עצה. גם הבעלים הזרים אשר בעלוה באחרונה – אוהבי מדבר המה מנעוריהם, על אונותם – הגמל, אוהבים המה לשוט בגלי איך סוף של החול. את המעצור אינם סובלים; מטבעם אויבי היער המה, לצבוע הירוק עינם לא הורגלה. סובלים המה את הזית ואת

עשן נקים בערים ואם גם רבבות ידי ישראל תהיינה עסוקות בכל עבודת חרושת, כל עוד שלא יהיה לנו חלק הגון ונחלה רחבה באדמה לא נהיה אנחנו ל"עם הארץ". אם תישאר הארץ ככה שוממה, שדות בשדות לא יגעו וראש הר לראש הר ימסור רק הד של כפר – הארץ לא לנו היא! כל זמן שרק יללת התנים תענה לקול קריאת הגבר מעורר השחר – הארץ לא לנו היא! פרתנו אם תרעה באחו זר וסוסנו כשיתפרץ וישליך רסק, יעבור מאדמת גבול ישראל וידהר בשדות אחר, הארץ לא לנו היא! אם ירד הגשם משמיים ולא יתפוס את איכרינו בשדות ולא ירטיב את נוטעינו בכרמים ואת נוטרינו ביצרות, יחדל הקשר בינינו ובין אלוהינו ומן השמיים לא ירחמו יותר עלינו. אבל עוונותינו גרמו ועמנו בגולה לא ילד איכרים ולא יגדל כורמים.

לכן מעטים עוד אלה הנענים לבת הקול המנהמת: "שובו, בני אל האדמה". והמתישבים על האדמה מעטים ונחלתנו בקרקע ארצנו עודנה מצערה, והאדמה הלא מוכרחה להיגאל בעוד מועד ולהשליך בגדי אלמנותה ועגונה מעליה! ואם העם שבי הגולה מוכשר ברובו הגדול רק לעסקים ולא לעבודת האדמה, מוכרחים להימצא בין העם הזה אנשים שיטעו יערות לשם עסק; מוכרחות להיווסד חברות שתטענה יערות לשם רווחים! יזרעו נא כל אלה את רבבותיהם בביצות – ויערות עד יצמחו! היער אינו זקוק לקרבות ולנדבות. ההון המשקע בו – כעץ שתול על פלגי מים – יפרח וישגשג מאליו ויביא רווחים הגונים לבעליו. הקרקע שלו מבטיחה הרבה יותר מאשר ההשקעה בבית חרושת ובבית מסחר, והשירות לעם ולארץ שיביא הנוטע יערות בא"י – אין לה ערוך ואין לה שיעור! שטח הקרקע שיכול להיגאל על ידי היער, יכול להיות פי שבעה מהשטח שיגאל על ידי התיישבות חקלאית, בערך להון שהשקעה חקלאית דורשת. היער אינו זקוק להרבה ידיים עובדות, הוא דורש רק קפיטלים גדולים. ולכן אם יצור האדם העובד על היער עוד ימים רבים, לכבוש את סחרה ולתפוס את מלאכתה – יבוא נא ההון העברי, יגאל את הקרקע וייטע עליה יערות. או אז יהפכו שטחי אין סוף מפיצי קדחת לגני עדנים; אדמות בור העומדות ללא טיפול בעלים, המצמיחות קוץ ודרדר, תהפוכנה ליערות עבותים! וארץ ישראל מיוערת – כמה יגדל כוח המשך שלה בתפוצות ישראל וגעגועים וכמיה יזרעו בלבות העם לארץ! והארץ בהיותה משפעה מהיער תשוב לתחייה שלמה ומלאה.

עוף השמים ישוב יסול מסילות ויקשור קשרים בין השמים והארץ; חיות השדה תחזור לחפור את מאורתה בעובי סבכי היער, ולב הארץ יתחיל לדפוק ולהרגיש דם חי בעורקיו. יעלות חן תרעינה עדרים עדרים בשדות היער והצבי יתעכב בשבילי ההרים כשקרניו נאחזים בסבך היער.

בעיקר תגדל השפעת הטבע על האדם, והיהודי הגדל בארץ, ישוב להיות אדם טבעי. באווירו של היער יגדל דור חזק ואמיץ, בנותיו תהיינה דומות לתמר ובניו לארזי היער. בת קול מן השמיים תעזוב את החורבה ותשים משכנה בהדר היער; חוזה אם יקום בארץ ונביא – שכינתם תתגלה להם במקדש-אל – ביצר!

בביצה הרבה יותר מהר מאשר יגדל העץ הדומה לו על פלגי מים בארץ הצפון. אף זמן הגידול במשך ימות השנה הוא הרבה יותר ארוך פה מאשר בארצות הצפון; הקור והקרח לא יקפאו כאן את עורקי העץ במשך חודשים מרבים כמו בארצות הצפון. כאן מרבים מיני העץ שהשלכת אינה שלטת בהם והמה ירוקים ומתפתחים כל השנה. האקליפטוס והקזורינא נקלטים בארץ ומתפתחים באופן מצויק; די בעשר שנים לאיקליפטוס הנוטע בשפלה ובפרט בביצה, כדי שיגיע לגובה ועובי כזה, שעץ דומה לו באירופה מגיע להתפתחות רק במשך 20-25 שנה. העצים האלה, אם יינטעו במידה רחבה, יכלים להביא מהפכה בכלכלת הארץ. תעשיות חדשות היו יכולות להתפתח, תעשיות שלא תהינה תלויות בעיקר בשווקי חו"ל, לא בהבאת החומרים ולא בהוצאת התוצרת. הצפצפה תוכל לשמש חומר מצויק לתעשיית הגפרורים; האיקליפטוס – טוב לתעשיית הפנרה (פורניר) וזו יכולה לשמש לחומר בשביל אריזת תפוחי הזהב. האיקליפטוס מצטיין גם לתעשיית הרהיטים והקזורינא – ממיטב צצי הבנייה היא.

היער בכלל יכול היה להפיח רוח חדשה בתוך היישוב וכלכלת הארץ הזאת; הון גדול מוציאה הארץ שנה שנה על חיבות לאריזת תפוחי זהב ועל עצים לבניין ולנגרות.

היער! מי כמוהו יכול להביא ברכה ועושר לבעליו? את העץ קשה להחליף בחומר אחר ושום המצאות שבעולם לא יפחיתו את ערכו, להיפך, עם כל המצאה חדשה מובלסת יותר נחיצותו של העץ והשימוש בו מתרחב. ובכל זאת, הולך העץ ופוחת משנה לשנה גם בארצות היער. הרבה יערות נחרבו בשנות המלחמה הארוכה, ועל יתר הפליטה עלה הכורת בשנות השלום הראשונות. חצי אירופה נחרבה והחרבות מוכרחות להיבנות. ארצות היער נתדלדלו ונשאר להן רק עושרן הטבעי – היער. עכשיו מוציאים אותן תמורת בגדים, מכונות וצרכים הכרחיים אחרים. לא תעבורנה עשרות בשנים וחומרי העץ יהיו מוכרחים להתייקר ובארצנו, כמו בכל הארצות מחסרות-יער, תעמוד בסכנה כל תוצרת הארץ, מאחר שלא תהיה לה האפשרות להוציא החוצה את פריה, את יינה ואת יתר התוצרת, באין עץ לארגזים ולתיבות. רק דאגה מקדמת לנטיעת יערות בארץ במידה רחבה, תוכל להציל בעתיד את המצב הכלכלי בכלל ולהביא ברכה למטעים בפרט.

ואו

ארץ ישראל איננה עדיין בידי בני ישראל; לכל יותר נמצאים בידינו שבעה למאה מאדמת הארץ. כל כמה שיגדל יישובנו וכל כמה שירבה מסחרנו, כיוון שנהיה חסרים הבסיס הקרקעי – יהיה כל בניינו בתלוי באוויר. הרבה ערים גדולות בנינו בעולם, בהרבה ערים בתבל הננו גם הרוב, אבל גם שם הננו רק גרים. יעץ כי הארץ, האדמה ופרי האדמה, החי וכל היקום – לא לנו המה, אלא לעם אחר ולהם יקראו "עם הארץ".

אם הרבה ערים נבנה גם פה בארצנו, אם גם מאות ארובות

Mediterranean shrublands, as a model species. A shrubland plot of 9.2 dunams in the south of Mount Carmel was chosen and the variability in volatiles composition within the local *P. lentiscus* population was quantified. Two complementary gas chromatography analyses were used: extraction by solvent (measures the volatiles composition in the leaves) and SPME (measures the evaporated-volatiles composition in the airspace surrounding the shrub). We found that the chemical variability in the local population is not continuous and that *P. lentiscus* shrubs partitioned into four discrete, well-defined chemotypes. Most *P. lentiscus* shrubs in the plot belonged to the [Germacrene D, limonene] or [Germacrene D, α -pinene] chemotypes. One shrub had β -myrcene as the main component, and another had β -ocimene as one of its main volatiles. This study demonstrates for the first time the existence of distinct chemotypes within a small local population of a prominent shrub species in Mediterranean shrubland. It is speculated that other woody species in the shrubland may display significant chemical variability.

Are Mushrooms Mistaken, or Just Confused Due to Climate Changes?

Dalia Lewinsohn
dalpitriot@gmail.com

Despite the semi-arid climate of Israel the mushrooms mycobiota is quiet varied and has been studied over the years, particularly in the 2015 mushroom season. Due to the unusual temperatures and rain distribution this year, we found both early and late fruiting in mushroom species and even species that fruited twice yearly. Similar findings were also detected by researchers from Norway, England, France, Germany and other countries around the globe. Is this phenomenon related to the global warming changes? Our findings cannot answer this question. We conclude that due to the abnormal weather this year we could detect a fluctuation in the timing of mushroom appearance, which could be the result of global changes. In order to investigate the causes of these observations, we suggest examining and combining previous herbarium mushroom fruiting records and meteorological information.

Hydropedological Investigation of Slopes in Two Semi-Arid Agricultural Watersheds: Hagedi and Shmaria, Northern Negev Desert, Israel

Naftaly Goldshleger¹, Roey Egosi¹, Yossi Shachar²
¹ Soil Erosion Research Station
² Hebrew University of Jerusalem
goldshleger1@gmail.com

Understanding runoff connectivity in semi-arid cultivated slopes has great significance for developing suitable agriculture on the Northern Negev loess slopes. Hydropedological characteristics of the slopes were used as a substitute for direct runoff measurements and observations which are difficult to make. The hydropedological investigation included soil texture, soil chemistry parameters, and soil humidity, as well as rainfall and river discharge measurements. The results indicated a lack of classic catena along the slopes implying runoff flow disconnectivity. The highest percentages of clay and salt were found at the top of the slope and the lowest sand percentage; a high percentage of sand was found at the middle of the slope. The trends of changes in the chemical elements were consistent with the changes in the texture. In addition, high soil water content and changes measured during the middle of the wet season are linked to specific rainfall events and the time passed between each event. Therefore the soil water capacity was not reached. This means no excess rainfall or no continual runoff flow to the channel. Water discharge measurements indicated similar results: most frequent floods are characterized by small peak discharges and sharp

rising and falling limbs of the hydrograph. This means local contribution only from areas adjacent to the stream and direct rainfall rather than a contribution from the entire watershed area, for both case studies. These results indicate hydro-geomorphological fragmentation between the slope and the channel.

Decline and Mortality of Maritime Pine (*Pinus pinaster* Ait) Trees in Israel

Zion Madar¹, Ami Zehavi², Roy Harel³, Ailon Kalev⁴, Nir Herr⁵, Omri Bonne³

¹ Former KKL entomologist, Forestry Department, KKL-JNF
² Former Tree improvement Unit, Forestry Department, KKL-JNF
³ Chief Scientist, KKL-JNF
⁴ Forest Department, KKL-JNF
⁵ Northern Region, KKL-JNF Forest Department
zionmadar@gmail.com

In the last decades there has been significant mortality of maritime pine trees (*Pinus pinaster* Ait) in the forests along the coastal plain and on the mountainous regions in northern Israel. The mortality of the maritime pine trees was found on various soil types including: terra-rossa and brown rendzina, basaltic and sandy-loam soils. It is assumed that the reason for the decline is prolonged dry seasons without summer rains and sequences of dry years with less than average rainfall. Sudden mortality of well-developed trees occurred mainly following droughts, indicating that maritime pine cannot survive in the long run under the climatic conditions in Israel. It is recommended not to use maritime pine in afforestation programs in Israel.

Restoration of the Natural Vegetation in a Semi-Arid Area in Northern Jerusalem by Planting Wildflowers

Anat Madmony¹, Joseph Rivov², Anna Godneva³
¹ Department of the environment and Agriculture, Beit Berl
² Faculty of Agriculture, the Hebrew University, Rehovot
³ The Society for the Protection of Nature in Israel, Jerusalem
anat@madmony.co.il

Using wildflowers for restoration of natural ecosystems and landscaping is becoming a common and important trend in the world, since urbanization and the effect of human activity on natural ecosystems are increasing. Recently, there is also a trend of using wildflowers for gardening. In Israel, there have been only a few projects aimed at utilizing wildflowers for the above purposes. The full potential of using wildflowers in Israel is far from being used, since there is only limited knowledge regarding the conditions that are required to ensure their successful utilization and propagation. The present project was aimed at narrowing this gap. We tested the potential of using several local perennial plants growing at the edge of the desert in northern Jerusalem, near the Pisgat Zeev-Neveh-Yaakov forest, during the years 2009 to 2013. Seeds were collected from 16 species and cuttings from 10 species. We examined the conditions for seed germination, rooting cuttings, and growing seedlings in the nursery. The seedlings were planted in two plots in a nature reserve close to a nearby forest. The planted seedlings were irrigated upon planting and during the first year after planting by drip irrigation and competing natural vegetation was removed. It was found that it is possible to propagate all species from seed and some species by cuttings. The success of utilizing attractive wildflowers for planting in the nature reserve depends on the following conditions: irrigation upon planting and during the first year after planting, control of the natural competing vegetation, suitable soil (non-calcareous), prevention of grazing by using tree shelters, and prevention of vandalism by proper information.

Abstracts

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

From “Serious Leisure” to Cycling Tourism

Dalit Gasul, Yechezkel Israeli

Department of Tourism and Hotel management, Kinneret College of the Sea of Galilee
dalit.gasul@kinneret.ac.il

During the last decade, there has been an impressive increase in the scope of mountain biking in Israel, particularly evident in the significant investments in open spaces and forest infrastructures, and the sociological changes of the cyclers themselves. Regarding global trends, issues have been raised concerning the degree to which the cyclers adopt ‘serious leisure’ patterns, and the degree to which the sport, which is usually identified with leisure activity, is developing as cycling tourism or cycling holidays. This study was based on two cycling surveys conducted in Israel during two periods – 2005–2006 and 2013 – so that the scope of the surveys and the time gap between them enabled analysis of the cyclers’ characteristics, their perceptions, and needs, as well as comparison of changes in these aspects over time. The results indicate that many characteristics found in the surveys, are similar to global trends. Comparison over years reveals that this phenomenon is gradually expanding, both regarding the attitude to cycling as a serious leisure activity with long-term commitment and the increase in cycling holidays whose main purpose is cycling. However, the study also specifies the singularity of cycling in Israel compared to the rest of the world, namely the social aspect (cycling partners), the readiness to compete and the willingness to travel relatively far to cycling sites. The study examined the attraction factors of cycling sites and found that they were concerned with the features of the site itself and its proximity to home. The study also examined the psychological aspects perceived by the cyclers (aspects of control, meaning and belonging), which affect their self-image and their attitude to the sport as serious leisure, as well as viewpoints on sustainability and volunteering for the environment and community. The conclusions indicate that cycling in Israel is undergoing continuous ‘professionalization’ and becoming similar to cycling in other countries, in which it is a long-standing tradition.

Livnim Stream – the End of a Unique Habitat

Nir Herr¹, Aviram Zuck¹, Shimona Sabag¹, Ilana Friedman¹, Shoshi Taragin¹ and Omri Bonne³

¹ Northern region, KKL-JNF

² Legal Department, KKL-JNF

³ Chief Scientist, KKL-JNF

NirH@kkl.org.il

The plan to expand Highway 65 in northern Israel and build the Nahal Amud interchange, threatened the integrity of Livnim Stream which serves as an important ecological corridor. It connects the *Quercus calliprinos* maquis that dominate in the upper Livnim Stream, through a Mediterranean forest in the middle, to the “savanna-like” open forest of *Ziziphus spina-christi* in the lower Livnim Stream just before it meets the Amud Stream. KKL objected to the plan and proposed construction of an elevated bridge, similar to those built on the Amud and Zalmon Streams. As part of the campaign to promote its proposal, which included appealing to the Supreme Court, an ecological survey was conducted in this section of the Livnim Stream. The site is the transition range between the Mediterranean forest to the savanna-like formation. The survey

distinguished seven vegetation types in their singular habitats relative to rock-soil systems, slope direction and location relative to the stream. Mediterranean forests include a type dominated by *Styrax officinalis* trees (Livnim in Hebrew) and few types dominated by *Ceratonia siliqua* that contain *Pistacia palaestina* and others. On deep soil near the river bed and on the slopes in the eastern part of the site there are open *Ziziphus spina-christi* forests. Biodiversity at the site is high, as is characteristic of transition zones. The struggle to change the plan failed, however the actual area that was eventually affected by the construction was reduced. The ecological survey remained a memory of a unique habitat that was forever changed.

Growth and Survival of the Italian Cypress *Cupressus sempervirens* L. from Different Seed Sources in Three Habitats in Israel

Gabriel Schiller¹, Nir Herr², Eugene David Ungar¹

¹ Plant Sciences, Natural Resources, The Volcani Center, Beit Dagan

² Forest Department, Northern region, KKL-JNF

vcgabi@volcani.agri.gov.il

The best seed sources for afforestation of the Italian cypress (*Cupressus sempervirens* L.) under different ecological conditions were selected from two research plots. The study plots were planted in 1989 using seeds collected in forests and gardens in Israel and in natural relicts overseas. Growth measures were conducted in two of the plots; the third one succumbed to unfavorable ecological conditions. The results suggest that the best seed sources for planting in Mediterranean climatic zones (>400 mm annual rainfall) are the cypress grove on Mt. Tabor and ornamental trees in Kfar Gil'adi. Seeds from natural relict groves in Cyprus and the Samos Islands may also be used. For semi-arid zones (<400 mm rainfall) seeds collected from ornamental trees planted in the German Colony in Jerusalem, the German Colony Waldheim, the grove in Nazareth and from Cyprus are best.

Chemical Variability Within a Local Population of *Pistacia lentiscus* L.

Shilo Navon¹, Jaime Kigel², Nativ Dudai³, Eugene David Ungar¹

¹ Department of Natural Resources, Institute of Plant Sciences, Agricultural Research Organization – Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250, Israel

² Institute of Plant Science and Genetics in Agriculture, Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, Hebrew University of Jerusalem, P.O. Box 12, Rehovot 76100, Israel

³ Division of Aromatic Herbs and Medicinal Plants, Agriculture Research Organization, Newe Ya'ar Research Center, Ramat Yishai 30095, Israel

shilo.navon@gmail.com

Mediterranean shrubland is a prominent biome in Israel that is well adapted to local conditions. In this paper we examined whether adjacent individuals of a shrub species can encompass consequential variability in important and ecologically-meaningful features. We focused on the profile of volatile compounds that together constitute the essential oil using *Pistacia lentiscus* L., one of the most prominent woody species in



FOREST

Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 16 | June 2016

Editor:

Dr. Omri Bonneht

Editorial Board:

Kalil Adar, David Ashkenazi, Dr. Zvi Avni,
Dr. Meni Ben Hur, Dr. David Brand, David Evgon,
Dr. Dalit Gasul, Dr. Zalman Henkin,
Dr. Nir Herr, Avri Kadmon, Pinhas Kahana,
Dr. Zvi Mendel, Itshak Mosheh, Prof. Josef Riov,
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:

Dr. Esther Lachman

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: Official styrax open forest
near the Yodfat Archeological Site
(Photo: Omri Bonneht)

Contents

5

From "Serious Leisure" to Cycling Tourism

Dalit Gasul and Yechezkel Israeli

17

Livnim Stream – the End of a Unique Habitat

Nir Herr, Aviram Zuck, Shimona Sabag,

Ilana Friedman, Shoshi Taragin and Omri Bonneht

26

Growth and Survival of the Italian Cypress *Cupressus sempervirens* L.
from Different Seed Sources in Three Habitats in Israel

Gabriel Schiller, Nir Herr and Eugene David Ungar

36

Chemical Variability Within a Local Population of *Pistacia lentiscus* L.

Shilo Navon, Jaime Kigel, Nativ Dudai and Eugene David Ungar

46

Are Mushrooms Mistaken, or Just Confused Due to Climate Changes?

Dalia Lewinsohn

51

Hydropedological Investigation of Slopes in Two Semi-Arid Agricultural
Watersheds: Hagedi and Shmaria, Northern Negev Desert, Israel

Naftaly Goldshleger, Roey Egosi and Yossi Shachar

57

Decline and Mortality of Maritime Pine
(*Pinus pinaster* Ait) Trees in Israel

Zion Madar, Ami Zehavi, Roy Harel, Ailon Kalev, Nir Herr and Omri Bonneht

64

Restoration of the Natural Vegetation in a Semi-Arid Area
in Northern Jerusalem by Planting Wildflowers

Anat Madmony, Joseph Riov and Anna Godneva

71

Magnificent Trees

71 *Quercus ithaburensis* in the Galilee Heights

72 *Styrax officinalis* in Yodfat Archeological Site

Omri Bonneht

73

Birdwatching News

Research Conducted by "KKL Wings"

Yaron Charka

77

News from the Field

Restoration of the Sharon Tabor Oak Forest

Offer Bindel

78

e-yarok

80

From the Archive

The Forest

David Izmozik (Preface by Gabriel Schiller)

I

English-Language Abstracts