



יער

כתב-עת
לניהול יערות
ושטחים פתוחים

גיליון 21 | דצמבר 2021 | תשפ"ב





תוכן עניינים

3	בפתח הגיליון אברהם דובדבני
4	מאמר המערכת גלעד אוסטרובסקי
5	מאמרים
5	העדפות קהל בחניוני יער נגה קולינס־קריינר, ערן כתר
14	ניתוח הנזקים שגרמה סופת הרוח במרץ 2020 ליערות קק"ל מיכה סילבר, אסף יופיטר ואנונו, שילי דור־חיים, משה שחק, ארנון קרניאלי
22	אקולוגיה וברירה זווית אצל השלדג לבן־החזה: מין מקומי ייחודי שלא נחקר דנה סלע־קליין, יזהר לבנר, יוני וורטמן
33	מאמרי סקירה שימוש במיני עצים מקומיים בייעור בארץ ובעולם: עבר, הווה ועתיד תמיר קליין
37	קצרים רעיית עיזים – פתרון כלכלי לממשק יערות ולצמצום סכנת שרפות לירון אמדור, סוהיל זיידן, דוד אבלגון, צח גלסר, עינת גרא, אורי רמון, תמר דיין
40	מאמרי דעה שירותי המערכת האקולוגית של יערות קק"ל בוויסות זרימות הנגר והסחף יצחק משה, שמואל ארבל, בני יעקבי, מוטי שריקי, חיים סהר, גיל עצמון שלי בן ישי, אלי חפוטה
44	קצוצרים יער עירון עדי נוי איזנר
46	כנס יערות קהילתיים במרחב מרכז נעמי אביב רוזן
48	פארקים בניהול משותף במרחב דרום – המענה להזנחה ולתחזוקה לקויה טלילה ליבשיץ
50	כארק העיוורים – סיפור של מקום טליה בקר, יחיאל כהן, מירב דוידיאן, נטע מזרחי
52	דרך מלכי יהודה בשפלת יהודה טלילה ליבשיץ, סער גנור
54	יער של ספרים החיים הנסתרים של העצים גלעד אוסטרובסקי
56	אז והיום מצודת בירה עמרי בונה
58	עצים ששווה להכיר אלות אטלנטיות ליד מצודת כ"ח עמרי בונה
59	תעודת זהות טאהא סביח
II	תקצירים באנגלית



יער
כתב-עת
לניהול יערות
ושטחים פתוחים

גיליון 21 | דצמבר 2021 | תשפ"ב

עורכת:

ענת מדמוני

חברי המערכת:

ד"ר גלעד אוסטרובסקי

ד"ר דניאל אורנשטיין

ד"ר יגיל אסם

ד"ר עמרי בונה

פרופ' מני בן-חור

ד"ר ארז ברקאי

ד"ר רקפת דוד-שוורץ

אביגיל הלר

פרופ' דן יקיר

פרופ' צביקה מנדל

ד"ר דורון מרקל

עדי נוי איזנר

ד"ר מיכאל ספרינצין

ד"ר אורית סקוטלסקי

ד"ר עידן קופלר

ד"ר תמיר קליין

אסף קרואני

פרופ' יוסי ריוב

אורי רמון

ד"ר אפרת שפר

עריכת לשון:

ענבר קמחי-אנגרט

תרגום לאנגלית:

ד"ר אסתר לחמן

עיצוב גרפי:

אורית ישעיהו

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

Yaar.magazine@kkl.org.il

הוצאה לאור:

קרן קימת לישראל

מנהל פיתוח הקרקע

אנף הייעור

היחידה לפרסומים, קשרי ציבור

© כל הזכויות שמורות

אתר כתב העת "יער באינטרנט"

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

אתר קק"ל באינטרנט

www.kkl.org.il

לפרטים ולהרשמה לאירועים

ביערות ובאתרי קק"ל:

קו ליער: 1-800-350-550

תמונת הכריכה הקדמית:

השרפה בהרי ירושלים,

אוגוסט 2021 – מראה מקיבוץ צובה

צילום: חנוך צורף

תמונת הכריכה האחורית:

טרסות ליד רמת רזיאל לאחר השרפה בהרי

ירושלים באוגוסט 2021

צילום מרחפן: כמאל עליאן



פיקניק בגשם ביער בן שמן, 2017
צילום: דרור ארצי, ארכיון הצילומים של קק"ל



שלום לכם,

בסקירה כוללת מסתבר שפעולות קק"ל בשנים האחרונות, בעקבות הפקת לקחים מהשרפה בכרמל, היו משמעותיות מאוד, והודות להן נמנעו נזקים גדולים יותר וניצלו נפשות ורכוש. עם זאת, יש מקום להפקת לקחים נוספת ועדכנית, שתקבע את המשך מדיניות הייעור והנטיעות בישראל. נצטרך לעסוק בכך באופן מקצועי. במקביל, יש מקום להקצאת משאבים ממשלתיים לשיפור אמצעי הכיבוי ביערות וסביב היישובים הסמוכים להם ולבחינת דרכי מניעה והתגוננות מפני שרפות.

בברכת חורף בריא ונעים,


אברהם דובדובי (דובדב)
יו"ר קק"ל

החורף בפתח ובבתי הכנסת כבר התחילו להתפלל "ותן טל ומטר לברכה על פני האדמה". בתקופה הזאת של השנה יש כוונה כפולה בתפילה הזאת. קודם כול, לעצם התפילה מתלווה התקווה שהשנה הזו תהיה גשומה ושתביא ברכה לכל הצומח בארצנו. ויחד עם התקווה הכללית מתגנבת לליבנו איזושהי אנחת רווחה סמויה, שעם בוא הגשמים יסתיים סיוט השרפות שפקד אותנו בחודשים האחרונים. השרפות היו מכת מדינה ברחבי הארץ, ובאזור ירושלים הן היו כמעט בלתי פוסקות, ועוצמתן הייתה חזקה במיוחד. עובדי קק"ל עבדו ללא לאות בכיבוי השרפות יחד עם כוחות כיבוי האש, ושאבנו סיפוק מהעובדה שלא נגרמו אבדות בנפש.



משולחנו של מנהל אגף הייעור

להימנע מכניסה מסיבית אליו שעלולה לגרום הפרה נרחבת של השטח ונזקים כגון סחיפת קרקע ופגיעה בהתחדשות הצומח. עם זאת, אסור לנו לשכוח שבמהלך הקיץ והסתיו פרצו מאות שרפות בשטח כולל של כ-57,000 דונם. שרפות גדולות כילו למעלה מ-8,000 דונם בהרי נפתלי ביולי ובאוגוסט, ושרפות גדולות נוספות פרצו בהר הרוח, ביער נחל הבשור, בגליל התחתון, בשפלה ולמעשה בכל רחבי הארץ. זה המקום לציין את ההתגייסות המרשימה במערך הייעור ולהוקיר תודה לרבים שנושאים בעול כיבוי השרפות בעבודה מאומצת וקשה ביותר.

כחלק מהרצון לפתח ממשק יעירני לצמצום סכנת השרפות עולה שוב ושוב ההכרה בתרומתה הגדולה של הרעייה להפחתת הצמחייה, בייחוד באזורי חיץ, ואיתה עולה הצורך למצוא מודל ישים לרעייה צמודת יישוב. מאמר קצר של לירון אמדור מסכם עבודה על ההיבטים הכלכליים והממשקיים של רעייה סמוך ליישובים.

תוכנית יערניות ויערני העתיד נכנסת לשלב השלישי והאחרון. 29 יערנים ויערניות חדשים יעבדו בתפקידים שונים במערך הייעור עד לסיומה של התוכנית במרץ 2022, אז ייקלטו בקק"ל בתפקידים פנייים באגף הייעור, במחלקות היער ובאזורים. אנחנו מלווים את הקבוצה הטובה הזו בדרכה, ומצפים לקליטתה הקרובה של חברה מתוך תקווה לחיזוק משמעותי של מערך הייעור וקק"ל כולה.

תוכלו למצוא בגיליון מגוון מאמרים מעניינים, המשקפים היבטים שונים של ניהול היער ואת סוגי התועלת הרבים שהיער מעניק לנו במסגרת שירותי המערכת האקולוגית.

בתקווה לשנה ברוכת גשמים,

גלעד אוסטרובסקי

היערן הראשי ומנהל אגף הייעור

גיליון זה של 'יער' יוצא לאור בראשיתו של החורף. בשעת כתיבת שורות אלה (בתחילת נובמבר) היורה מתדפק על החלונות, וממטרים ראשונים ירדו בחלקים נרחבים של הארץ. הציפייה לגשמי ברכה ולריבוי משקעים נטועה אצלנו ברצון לחתום את סדרת השרפות הנרחבת שידענו בחודשים האחרונים.

השרפה בהרי ירושלים באוגוסט השנה הייתה הגדולה מכולן. 11,000 דונם ביערות הקדושים והסטף בערו באש במשך שלושה ימים, והותירו שטח גדול ומשמעותי בפאתי ירושלים שחור ועגום. שרפה זו משכה תשומת לב מרובה, והממשלה הזדרזה והחליטה ולהעמיד תקציב לשיקום השטח. באופן בלתי צפוי, השרפה התרחשה ביערות שטופלו באופן אינטנסיבי למניעת שרפות (דילול חזק ויצירת אזורי חיץ סביב יישובים וביער) ובתנאי מזג אוויר לא קיצוניים. היות שכך, אנחנו נדרשים לבחון מחדש את ההנחיות המקצועיות, לנתח את האירוע ולשפר את הכלים העומדים לרשותנו בכל השלבים: העמקת פעולות המניעה, איתור מוקדם, שיפור הפעלת הכוחות ושיתוף הפעולה עם כוחות כיבוי והצלה ועם גורמים נוספים. עלינו לפעול מתוך הבנה ששינוי האקלים כבר נותן את אותותיו, וחובתנו להיערך בהתאם כדי לצמצם את נזקי השרפות העתידות לפרוץ.

לצד אלה, אנחנו עוסקים רבות בתוכנית השיקום מתוך ראייה ארוכת טווח, ומבססים אותה על חידוש טבעי עם שילוב של שינוי תצורות צומח באופן יזום ומתוכנן במטרה ליצור כתמיות מרחבית שתתמוך בצמצום התפשטות השרפות. חשוב להדגיש שניסיון העבר מלמד שיש להמתין ולראות כיצד תפתח הדינמיקה הטבעית בשטח, וכי יש



העדפות קהל בחינוכי יער

נגה קולינס־קריינר¹ | ערן כתר²

- | | |
|---|--|
| 1 | החוג לגאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה
Nogack@geo.haifa.ac.il |
| 2 | החוג לניהול תיירות ומלונאות, המכללה האקדמית כנרת
ek@mx.kinneret.ac.il |

תקציר

ג. פיתוח כלכלי־קהילתי, ד. שיווק ומיתוג. אנו מקווים כי המלצות מחקר זה, המבוססות על ניתוח מאפייני הביקוש ועל סקירת מגמות כלל־עולמיות, יסייעו לקביעת אופי התכנון והביצוע הרצוי העתידי של חינוכי קק"ל כמרחבי פנאי ותיירות משמעותיים, למימוש הפוטנציאל המלא של חינוכי היער ולהפיכתם לעוגני פיתוח תיירותי־כלכלי בצפון ישראל בהתאם לחזון קק"ל לשנת 2040.

במחקר נבחנו המאפיינים, העדפות הקהל, הציפיות ומידת שביעות הרצון של מבקרים ביערות במטרה לנתח את התנהגות הצרכנים בפועל, ולגבש המלצות מעשיות לניהול ולפיתוח של חינוכי היער במרחב.

המחקר נערך במהלך החודשים אוגוסט–דצמבר 2019 עבור מרחב צפון של מחלקת יער וקהילה בקק"ל, באמצעות חלוקת 538 שאלונים ב־16 חינוכי יער בצפון ישראל. הדירוגים לכלל שאלות שביעות הרצון מראים רמת שביעות רצון גבוהה וגבוהה מאוד של המבקרים מהביקור בחניון. ניתוח הממצאים מראה שביעות רצון גבוהה של המבקרים ממשתנים שהם מייחסים להם חשיבות גבוהה – חניה וגישה עם הרכב, ניקיון החניון והתאמה לפיקניק. על קק"ל להמשיך לטפח את המשתנים האלה כדי לשמור על שביעות רצון המבקרים. מאידך גיסא, קיים פער בין החשיבות הרבה שהמבקרים מייחסים למתקני החניון לבין שביעות הרצון ממתקנים אלה בפועל – נושא הדורש התייחסות מידית. כמענה לממצאי הסקר, מובאות ארבע המלצות עיקריות: א. שדרוג חינוכי היער של קק"ל, ב. פיתוח מוקדי משיכה,

מילות מפתח

אטרקציות, החוויה התיירותית, יערות קק"ל, מוקדי משיכה, נופש, תיירות

מבוא ומטרות המחקר

במחקר נבחנו המאפיינים, העדפות הקהל, הציפיות ומידת שביעות הרצון של מבקרים ביערות. מטרת המחקר הייתה לנתח את התנהגות הצרכנים בפועל, ולגבש המלצות מעשיות עבור מרחב צפון של מחלקת יער וקהילה בקרן הקימת לישראל (להלן: קק"ל) לניהול ולפיתוח של חניוני היער (להלן: המוצר) במרחב.

המחקר נערך במהלך החודשים אוגוסט עד דצמבר 2019 באמצעות חלוקת 538 שאלונים ב־16 חניוני יער בצפון ישראל. השאלונים עובדו ונסרקו על ידי מחלקת הייעוץ הסטטיסטי באוניברסיטת חיפה, ונותחו על ידי עורכי המחקר. ממצאי הניתוח מוצגים בהמשך מסמך זה. אנו מקווים כי ההמלצות ממחקר זה, המבוססות על ניתוח מאפייני הביקוש ועל סקירת מגמות כלל־עולמיות בתיירות, יסייעו לקביעת אופי התכנון והביצוע הרצוי העתידי של חניוני קק"ל כמרחבי פנאי ותיירות משמעותיים וכעוגני פיתוח תיירותי־כלכלי בצפון ישראל בהתאם לחזון האסטרטגי של קק"ל לשנת 2040.

מגמות כלל־עולמיות בתיירות: מעבר ממוצר לחוויה (Exponomy) ומתיירות פסיבית לאקטיבית

בתחילת המאה ה־21 המוצר התיירותי מכנה את מקומו לחוויה התיירותית, כיוון שנמצא כי בעידן של כלכלת השפע לקוחות מעדיפים לצרוך חוויות על פני מוצרים. בשנים האחרונות, בייחוד בתחום התיירות והפנאי, מקבל תאוצה המושג Exponomy. הוא מבוסס על מגמה עולמית רחבה יותר שהחוקרים Gilmore ו־Pine (1998) כינו "כלכלת החוויות" (The Experience Economy). לטענתם, זו עומדת להיות הכלכלה של המאה ה־21. הם הציגו מודל שהתמקד בהתפתחות הכלכלה מסחורות (חומרי גלם) למוצרים (מתועשים), ובהמשך ממוצרים לשירותים, ובסופו של דבר משירותים לחוויות. תופעת "כלכלת החוויות" התפשטה מתחום הכלכלה לתחומים נוספים, כגון תיירות, תכנון עירוני, אדריכלות ועוד. כיום היא נמצאת במוקד המחקרי והמעשי־ישומי של תופעות ותחומים רבים בעולם. בתחום התיירות הכוונה היא כי ה"חוויה" באתר עצמו הופכת להיות ה"מוצר", והיא שעומדת בבסיס ניהול הביקור באתר. הטענה היא כי יש לספק ללקוחות אירועים בעלי משמעות (memorable events), וכי מבקרים מוכנים לשלם עבור ערך השינוי, קרי החוויה. בהמשך לכך נטען כי בעבר המבקרים חיפשו מוצרים, ואילו כיום הם מחפשים חוויות. ויותר מכך, אנשים מעוניינים לא רק בביקור באתרים שונים, אלא בחוויות שהאתרים מספקים להם (Kim, et al., 2012; Kim, 2014).

דוגמאות רבות לכך קיימות בתחום התיירות החקלאית: השתתפות בשוק איכרים וקניית שמן זית הפכו לחוויה תיירותית שלמה, הכוללת מסיק וייצור. כך גם השתתפות בחליבה, בייצור גבינות, בקטיף תפוחים, דובדבנים, תותים או נוריות, בהכנת סלט, בליקוט תבלינים בחוות תבלינים וכדומה. גם בתחום בעלי החיים נראה כי מביקור בגני חיות שבהם מסתכלים ולא נוגעים, עברה התיירות לפינות ליטוף ולאתרים המתבססים במלואם על חוויה. בתחום המוזיאולוגיה ניכר במיוחד המעבר מאתר לחוויה. דוגמאות בולטות לכך הם אתרי מורשת ומוזיאונים דוגמת בית הפלמ"ח, מוזיאון עין שמר ועוד. אם בעבר מוזיאונים היו מקום שבו ניתן היה רק לראות ולא לגעת, הרי הגישה כיום היא לתת למבקרים לחוות את הדברים תוך שימוש בכל החושים. דוגמה נוספת להתפתחות החיפוש אחר החוויות היא בתחום האוכל; אנשים מבקשים ללמוד ולהבין מאכלים שונים באמצעות סדנאות ו"טעימות", ולא רק להיכנס למסעדות ולאכול. פיתוח כזה מופיע גם בתחום הצפרות, שאף היא נעשתה פעילות חווייתית. דוגמה בולטת לכך היא הפיתוח התיירותי באגמון החולה (קולינס־קריינר וכתר, 2018).

מבקרים רוצים להשתתף באופן פעיל בפעילות התיירותית, ולא רק לראות דברים. מדובר באקטיביות מסוגים שונים – לימוד, התנסות, פעילות. מגמה זו קשורה, כמובן, למגמת החוויה שנסקרה לעיל, והיא בעלת ארבעה רכיבים: לימוד, אסקפיזם, אסתטיקה ובידור. בהמשך נוסף לרשימה רכיב נוסף – אותנטיות – המעצים את החוויה ואת תחושת הסיפוק (Quadri-Felitti and Fiore, 2012).

הביקוש למרחבי נופש ופנאי בחיק הטבע

הביקוש למרחבי נופש ופנאי בחיק הטבע עולה בעולם המערבי ומתפתח כמגמה רב־שנתית. עלייה בזמן הפנוי, בהכנסות ובאיכות החיים, יחד עם מגמות העיור המואץ, מביאה לעלייה חדה בביקוש לשטחי טבע ויער. נופש בחיק הטבע, ובכללו נופש ביערות, מוכר כיום כתחום חיוני וכפעילות הנותנת מענה לצורכי האוכלוסייה העירונית (גלבמן ושות', 2013).

במדינות רבות בעולם הכירו זה מכבר בפוטנציאל של היערות כאזורי פנאי, נופש ותיירות בחיק הטבע. כפועל יוצא מכך, הכירו גם בחשיבותו של ניהול היערות כגורם המאפשר את הבטחת האיזון שבין שביעות הרצון של המבקרים לבין השמירה על משאבי הטבע והתרבות שביערות. המשאבים האלה הם גורמי המשיכה העיקריים של היער, וביחד עם תשתיות תיירותיות ומתקני שירות שונים הם משפיעים על חוויית המבק ביער. חשיבותן של פעילויות תיירות, נופש ופנאי בחיק הטבע

זולים יותר, כרבע מכלל הישראלים יעדיפו חופשה בישראל. בהתאם לכך, 77% מהמשיבים סבורים שהם מקבלים תמורה נמוכה לכספם בחופשה ישראל.

חופשות בישראל מפוזרות על גבי כל חודשי השנה, בעיקר בין מרץ לאוקטובר. נוסף על כך, ניתן לזהות שני "שיאים" של חופשות: בחודש אפריל (פסח) ובחודש אוגוסט (החופש הגדול).

הצפון כולו היה יעד מועדף ויעד החופשה האחרונה בפועל עבור 44% מן הישראלים הנופשים.

במחקר איכותי שנערך כחלק מסקר בנושא תיירות פנים בישראל (משרד התיירות, 2012), ציינו המשתתפים כי הצפון נתפס מבחינתם כמקשה אחת, כאזור תיירותי אחד. לדברי המשתתפים, לאזור הצפון יתרונות רבים, ובהם האפשרות 'להיות בטבע', האפשרות 'לטבול בירוק', הנאה צרופה מהנוף, ריכוז של מקורות מים לטיול, מזג אוויר נוח בדרך כלל ומגוון רחב של פעילויות, אתרים ומסלולי טיול לבחירה. לסיכום, לתיירות בצפון מקום משמעותי מאוד מבחינת הביקוש של תיירות הפנים בישראל.

תיירות נכנסת לישראל מגיעה ברובה לשתי ערים – תל אביב וירושלים, בהתאמה לשיווק של משרד התיירות: "Two Cities. One Break". לפי סקר משרד התיירות (2019), למעלה מ-40% מהתיירים הנכנסים לנים בתל אביב או בירושלים, ומנגד, פחות מ-5% מהתיירים לנים באזור הגליל (שאינו כולל את נצרת וטבריה). ממצאים אלה שופכים אור על דגם הביקוש הפוטנציאלי של חינוכי קק"ל מבחינה תיירותית. הם רומזים לכך שיכולתם להיות עוגן תיירותי משמעותי בעל תחום השפעה ארצי ולא רק אזורי, תלויה במידה רבה במגוון סוגי הפעילות התיירותית שתוצע בהם.

עד סוף שנת 2019, לפני התפשטות הקורונה בעולם, התקיים בעולם חיפוש בלתי פוסק אחר יעדים חדשים וחוויות חדשות. מחקרים הראו כי משך החופשה מתקצר, אך אנשים נסעו לעיתים תכופות יותר. לגידול בתיירות היו עשרות גורמים, ונמנה כמה מהם על קצה המזלג: גידול האוכלוסייה בעולם ובישראל, גידול בתל"ג, גידול בזמן הפנוי, התארכות תוחלת החיים, שיפור הבריאות, ירידת מחירים, שיפורים בתחבורה ובטכנולוגיה, חשיפה תרבותית, שיפור התשתיות והנגשה לאוכלוסיות מוגבלות, התגברות הרב-תרבותיות, האתניות וההגירה, התרחבות העניין בסביבה.

משנת 2020 ובשל משבר הקורונה, הביקוש לתיירות בעולם ובישראל חווה ירידה דרסטית של 80% עד 90% (Collins-Kreiner and Ram, 2021; OECD, 2021). בימים אלה עוברת תעשיית הנופש, הפנאי והתיירות טלטלה עזה וירידות חדות בביקושים, וזאת עקב ההגבלות השונות, המתח החברתי וקשיים בריאותיים וכלכליים שעוברים על האזרחים. התיירות הבין-לאומית והתעופה הן הסובלות

לריווחתם של בני אדם מתועדת מחקרית מזה כשמונה עשורים (Clawson and Knetsch, 2013). מקובל לראות ארבעה סוגים של קהלי יעד לפעילויות תיירותיות בחיק הטבע: תיירות אקולוגית, תיירות חינוכית, תיירות אתגרית ותיירות נפש ומרגוע.

נמצא כי שלושה גורמים עיקריים משפיעים על הבחירה ביער לנופש (Jeong, 1997):

1. נכסים טבעיים קיימים, שרצוי שיהיו במצבם הטבעי ביותר, והם כוללים צמחייה ובעלי חיים, מקורות מים, יערות, טופוגרפיה ייחודית, מאפיינים גאולוגיים ותופעות אקלימיות.
 2. מוקדי משיכה מלאכותיים, שהם מבנים מעשה ידי אדם ובעלי ערך היסטורי או תרבותי, כגון גשרים, מנהרות, מקווי מים, אתרים ארכאולוגיים, אתרים דתיים, אתרי זיכרון, אנדרטאות ואתרי מורשת שונים.
 3. תשתיות תיירותיות תומכות, כלומר מתקנים ושירותים שונים המוצעים למבקרים כדי לספק את צוריהם השונים, כגון מתקני פנאי, מתקני פיקניק, שירותים וחומרי הסברה, מרכזי מבקרים ועוד.
- המתקנים והתשתיות ביערות הם גורם משמעותי בכוח המשיכה של היער, והם מאפשרים למבקרים לחוות את היער, להשתמש בו וליהנות ממנו. ברמת הפיתוח הנמוכה ביותר מדובר בשבילי הליכה, במתקנים לפיקניק, בשילוט ובחניה מוסדרת, וככל שרמת הפיתוח עולה, ניתן למצוא מתקנים נוספים, כגון מרכזי מבקרים ותשתיות תומכות פנאי ותיירות (Lee et al., 2010).

מגמות עיקריות בתיירות הפנים ישראל

פלח השוק של תיירות הפנים בישראל הוא מרכזי וחשוב ביותר לתעשיית התיירות הישראלית בכללה. חשיבותו נעוצה הן בהיקפיה הרחבים של תיירות הפנים ביחס להיקפיה המצומצמים יותר של התיירות הנכנסת, הן ברגישותה הפחותה במידה רבה, בהשוואה לתיירות הנכנסת, למצב הביטחוני המשתנה בישראל ובמזרח התיכון.

מנתוני משרד התיירות (2019) עולה כי תיירות הפנים כוללת שלושה סוגים של נופשים: טיולים חד-יומיים, טיולים הכוללים לינה, וחופשות הכוללות לינה של יותר מלילה אחד ומתוכננות מראש ('חופשות עוגן' בזמנים קבועים יחסית, כמו למשל חופשות קיץ). ההשפעה הכלכלית על האזור רבה יותר באופן חד-משמעי, ככל שמשך שהייה בו עולה וכולל לינה. 67% מהישראלים יוצאים לחופשה אחת עד שתי חופשות בשנה הכוללות לינה בישראל. המרכיב החשוב ביותר בתכנון חופשה בישראל הוא המחיר. כ-22% מכלל הנשאלים הביעו נכונות לבחור חופשה בישראל, אילו המחיר היה דומה לחו"ל. המסקנה היא כי אם המחירים יהיו

- ביצוע – הערכת רמת הביצוע של הארגון על פני משתנה זה. למשל: באיזו מידה חניון זה מותאם לפיקניק? המפגש בין שני הממדים יוצר ארבעה מצבים:
 - "ישר כוח – המשיכו כך!" – כאשר רמת הביצוע גבוהה ותואמת משתנה בעל חשיבות גבוהה.
 - "התמקדו כאן!" – כאשר רמת הביצוע אינה גבוהה דיה ואינה תואמת משתנה בעל חשיבות גבוהה.
 - "עודף השקעה/ביצוע יתר" – כאשר רמת הביצוע גבוהה ואינה תואמת משתנה בעל חשיבות נמוכה.
 - "עדיפות נמוכה" – כאשר רמת הביצוע אינה גבוהה ותואמת משתנה בעל חשיבות נמוכה.
- המודל משמש להערכה כמותית של חוויית הלקוח וכן לאיתור ולמדידה של פערים בין רמת החוויה לבין רמת החשיבות של גורמי חוויה שונים.

העיקריות מטלטלה זו (Gössling et al., 2020), אך תיירות הפנים צפויה להרוויח מהישארות של ישראלים רבים בתחומי מדינת ישראל (Ram et al., 2021).

מרבית המחקרים שנעשו על אודות מבקרים ביערות קק"ל נערכו לפני כעשור ויותר, והתרכזו בעיקר באפיון של המבקרים ושל הפעילויות שלהם ביערות. הפעילויות עירבו בדרך כלל טיולים רגליים, מפגשים משפחתיים וחברתיים ופיקניק או מנגל בחיק בטבע (קורמן, 2000; זלוצקי, 2002; פליישמן, 2005; פליישר ושלר 2006; שובל ושות', 2011; גלבמן ושות', 2013). המחקר הזה, בניגוד למחקרים הקודמים בנושא, יאפיין מחד גיסא את המבקרים, ומאידך גיסא יעניק המלצות מעשיות לניהול ולפיתוח של חניוני היער כמרחבי תיירות משמעותיים.

דרכי הפצת הסקר

שיטות המחקר

הסקר חולק בחודשים אוגוסט–דצמבר 2019 בחניוני יער בצפון ישראל על ידי סוקרים ומדריכים מטעם קק"ל, בעיקר בסופי שבוע ובחגי ישראל. שיטת הדגימה התבססה על שני עקרונות משלימים:

- דגימה בזמן – בתהליך התכנון של סקר השדה נבחרה תקופה בשנה שהיא מדגם מייצג של חודשי השנה: חודשים עמוסי פעילות ולצידם חודשים עם פעילות דלילה. אי לכך, המדגם התקיים במהלך החודשים אוגוסט, ספטמבר, אוקטובר, נובמבר ודצמבר 2019.
 - דגימה במרחב – כדי להשיג כיסוי מרחבי הולם של חניוני קק"ל נערך הסקר ב־16 חניונים בצפון ישראל. כמות הנשאלים הייתה בין 20 (סך מינימום) לכ־50 נשאלים בכל חניון.
- בסך הכול נאספו ועובדו סטטיסטית 538 שאלונים ב־16 אתרים שונים. איור 1 מציג את שמות החניונים שהסקרים חולקו בהם, ומספר הסקרים שחולקו בכל חניון.

ממצאים ומסקנות

הצגת ממצאי המחקר מתייחסת לרכיבים הבאים: כיצד נתפסים יערות קק"ל, מה המוטיבציה להגעה ליער, שיקולי הבחירה בחניון, חוויית הלקוח ביער, שביעות הרצון מהביקור, תדירות הביקור, מקורות המידע המועדפים, מקורות המידע על החניון ומשתנים סוציו־דמוגרפיים של המבקרים.

1. כיצד נתפסים יערות קק"ל

השאלה הראשונה שהמבקרים נשאלו הייתה: מה עולה בדעתך כאשר אתה/שומעת את המונח "יער קק"ל"?

המחקר הנוכחי מתבסס על מחקר סקר (Survey research) המתמקד בביתוח התנהגות צרכנים.

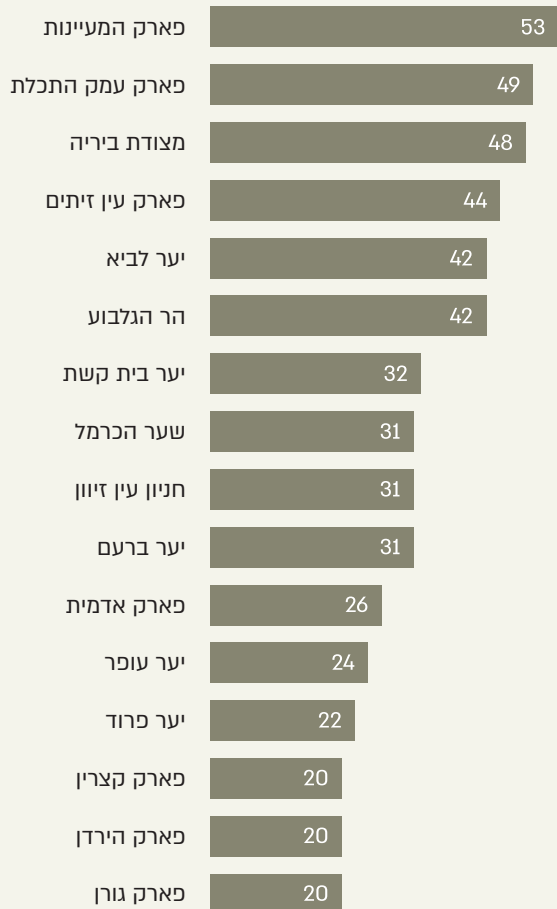
שאלון הסקר כלל 33 פריטי תוכן במסגרת 22 שאלות סגורות ופתוחות. פריטי השאלון בודקים כיצד נתפסים יערות קק"ל, מה המוטיבציה להגעה ליער, שיקולי הבחירה בחניון, חוויית הלקוח ביער, שביעות הרצון מהביקור, תדירות הביקור, מקורות המידע המועדפים ומשתנים סוציו־דמוגרפיים (מין, גיל, רמת הכנסה) של המבקר. במוקד המחקר עמדו שלוש מטרות מרכזיות, על פי סדר חשיבות יורד:

1. אפיון עמדות המבקרים ביחס לתשתיות המוצעות כעת, והבנת ציפיותיהם באשר לתוואי ההתפתחות העתידי הרצוי של חניוני קק"ל באמצעות שימוש במודל חדשני הבוחן פערים בין חשיבות מאפייני החניונים לשביעות הרצון מהם.
2. אפיון דגם ההתנהגות של המבקרים בפארק, לרבות הסיבות להגעה, מטרות הביקור הספציפי, מקורות המידע שלהם וכדומה.
3. אפיון פרופיל המבקרים מבחינת תכונותיהם הסוציו־דמוגרפיות.

מודל המחקר

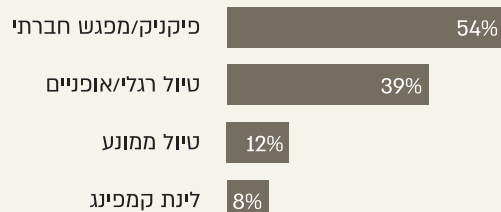
המודל התאורטי המרכזי שעומד ביסוד המחקר הוא ניתוח חשיבות-ביצוע (Importance-Performance Analysis) מודל דו־ממדי המנתח את חוויית הלקוח באמצעות בחינת ההלימה בין שני סולמות (Mohsin et al., 2019):

- חשיבות – באיזה מידה משתנה מסוים חשוב ללקוחות. למשל: באיזו מידה חשובה לך התאמת החניון לפיקניק?



איור 1

שמות החניונים ומספר הסקרים שחולקו בכל חניון



איור 2

מטרות הביקור המרכזיות בחינוכי קק"ל

מטרת השאלה הייתה לזהות את האסוציאציה הראשונית למונח "יער קק"ל". 430 איש ענו על השאלה. התשובות נותחו בשלושה אופנים שונים:

1. האם היחס הוא למוצר או לחוויה, ואם כן מאיזה סוג?
2. האם היחס ליער חיובי, שלילי או ניטרלי?
3. האם היחס כלפי החניון הוא חד-ממדי או שהוא רב-ממדי ובא לידי ביטוי בתיאור של מגוון פריטים?

כשלושה רבעים מהנשאלים (74%) ענו כי ההקשר הראשוני הוא למוצר ולא לפעילות או לחוויה, והמוצרים העיקריים שנזכרו היו טבע, יער, עצים, חניון, שולחנות. כרבע מהמשיבים (26%) ענו כי ההקשר הראשוני הוא של חוויה או פעילות כלשהי. הפעילויות שנזכרו היו בעיקרן פיקניק או טיולים. בודדים בלבד הזכירו ריצה (1), אופניים (3) או נופש (14=3.26%). אם כן, המבקרים ביערות קק"ל רואים ביער קק"ל מוצר ולא פעילות. עיקר המוצר מסתכם בטבע ובשולחנות, ואילו הפעילויות הקיימות בו כמעט ואינן בתודעת הציבור.

תשובות הנשאלים מונו לשלושה סוגים: תשובה חיובית, שלילית או ניטרלית. מרבית הנשאלים (71%) ענו תשובה ניטרלית כגון: טבע, נוף, חניון, עצים, פיקניק, בעלי חיים, שולחנות, יער. כרבע (27%) ענו תשובה בעלת הקשר חיובי. רוב התשובות החיוביות היו: מסודר, כיף, נקי, מתוחזק, מוצל. מיעוט בלבד (2%) ענו תשובות בעלות אסוציאציות שליליות. מכך ניתן לראות כי הדימוי של חניוני היער הוא בעיקרו קוגניטיבי-ניטרלי, ולא מצביע על היקשרות רגשית או על אסוציאציות רגשיות.

הבדיקה השלישית שנעשתה לגבי שאלת האסוציאציות החופשיות הייתה אם היחס לחניון הוא חד-ממדי או שהוא רב-ממדי ובא לידי ביטוי בתיאור של מגוון פריטים. נמצא כי ברוב המקרים (65%) העונים העדיפו לציין פריט אחד בלבד, כגון טבע, יער וכדומה. רק כשליש (35%) ציינו בתשובתם מספר פריטים. גם ממצא זה מעיד על דימוי שאינו חזק או בולט בתודעת הנשאלים.

לסיכום השאלה הפתוחה, נמצא כי השאלה: "מהו יער קק"ל בעיניך?" מעלה ברוב המקרים תשובה חד-ממדית של מוצר ניטרלי שאינו מפעיל רגש כלשהו.

2. המוטיבציה להגעה ליער

מטרות הביקור המרכזיות של המבקרים בחניונים מוצגות באיור 2 (בשאלה זאת הייתה אפשרות לסמן יותר מתשובה אחת ולכן השכיחויות עולות על 100%).

בהתאם למוצג באיור, קיימות שתי סיבות עיקריות לביקור בחינוכי קק"ל. המבקרים באו כדי לערוך מפגש חברתי/פיקניק או כדי לטייל ברגל/באופניים. מאחר שאלה 39% מהסיבות להגעה, הדבר מצביע על דפוס שימוש ממוקד (לעומת שימוש רב-ממדי למגוון מטרות).

מרבית המבקרים בחניונים הגיעו במטרה לקיים פיקניק

(בין באופן ישיר ובין באמצעות המלצה) והוא גורם בחירה ל-84% מהמשיבים.

כמענה לשיקול המרכזי, יש להגביר את השילוט והבולטות המרחבית של החניונים, לרבות בזירה הדיגיטלית, במטרה להפוך אותם לגישיים יותר. כמענה לשיקול המשני, שיפור החוויה בחניון הוא כלי משמעותי בהגדלת מספר המבקרים.

4. חוויית הלקוח ביער

לצורך הערכת חוויית הלקוח בעת הביקור ביער נערך ניתוח דו־ממדי של 11 גורמים הבוחנים את מידת החשיבות ואת מידת שביעות רצון המבקרים ממאפיינים שונים בחניון. הניתוח נערך בהתאם למסגרת התאורטית של מודל ניתוח חשיבות-ביצוע (Importance-Performance Analysis). (בין 0 ל-5, ציון מרבי). בבחינת חשיבות המאפיינים השונים עבור חניוני יער נמצא כי המאפיינים החשובים ביותר הם היעדר צפיפות (8.4), חניה וגישה עם רכב (7.4), התאמת החניון לפיקניק (6.4) ומתקני החניון (5.4). שלושה מתוך ארבעה פריטים אלה עוסקים במאפיינים הפיזיים של החניון וביכולת של קק"ל להתערב ולהשפיע עליהם.

בהערכת הביצוע מצד המבקרים, המשתנים שקיבלו את הציון הגבוה ביותר היו היעדר צפיפות (7.4), חניה וגישה עם הרכב (7.4) והתאמת החניון לפיקניק (5.4). בפריטים אלה ניתן להראות הלימה בין מה שחשוב למבקרים לבין מה שהחניון מספק – בקרב המבקרים החניון עונה במידה רבה על הצורך שלשמו הקהל הגיע. יש לזכור שהסקר בחן רק מבקרים בפועל, וייתכן שבקרב כאלה שאינם מבקרים יימצאו העדפות אחרות. ציוני הביצוע הנמוכים ביותר ניתנו עבור מידת הפיתוח התיירותי (7.2), מתקני החניון (2.3), הפיתוח הספורטיבי (3.3) וחיבור החניון לאתרי טבע ומורשת (8.3).

או מפגש חברתי (45%). פלח משמעותי נוסף הוא מבקרים שהגיעו כחלק מטיול רגלי או טיול אופניים (93%). שני פלחים בעלי נתח נמוך יותר הם טיול ממונע (21%) ולינת שטח (קמפינג) (8%).

כתמיכה לכך, בסקר מבקרי פנים (משרד התיירות, 9102) נמצא כי 64% מתיירי הפנים שילבו טיול רגלי במהלך החופשה בישראל. מתוך אלה, כשליש ערכו טיול רגלי של עד שעתיים. בשנים האחרונות חלה עלייה ניכרת במספר לינות הקמפינג בישראל – בסקר תיירות פנים מטעם משרד התיירות לשנת 9102 נמצא כי 4% מהישראלים לנו בקמפינג בחופשה האחרונה שלהם – נתון הנאמד בלמעלה מרבע מיליון לינות בשנה. בהתאם לכך, יש לבחון אם ניתן לממש את פוטנציאל השוק ולהגדיל את מספר הלנים בקמפינג בחניוני קק"ל.

3. שיקולי הבחירה בחניון

מתוך תשובות המשיבים עולה כי קיימים חמישה שיקולים מרכזיים בעלי משקל כמעט זהה: נגישות החניון (62%), מידת המשיכה של החניון (52%), המלצות על החניון (32%), קרבת החניון לאתרים אחרים (12%) וקרבה למקום המגורים (91%) (גם כאן הייתה אפשרות לסמן יותר מתשובה אחת ולכן השכיחויות עולות על 100%).

השיקול המרכזי ("החניון בדרך שלי") מעיד כי החניון הוא הזדמנות ביניים ולא יעד סופי. כלומר, למעלה מרבע מהמגיעים לחניון עוצרים בו כיוון שהוא ממלא בדרכם, ולא כי התכוונו להגיע אליו מלכתחילה.

התמונה ברורה אף יותר כאשר מחברים שיקולים דומים: מיקום החניון (החניון בדרך שלי + קרבה לאתרים אחרים + קרבה למקום מגורי) הוא גורם הבחירה הראשי עבור מרבית מהמשיבים (66%). גורם משני הוא מידת המשיכה של החניון



רצון מהביקור ביער היום" זכה לציון של 4.5; וההיגד "אמליץ לחברים לבוא לכאן" זכה גם כן לציון של 4.5 מתוך 5. עם זאת, פריטים אלה מעידים על שביעות רצון מהמוצר – היער – ואינם מעידים בהכרח שהביקור כלל חוויה תיירותית או שהיה לו ערך מוסף.

6. תדירות ביקור

מתשובות הנסקרים עולה כי שני שלישים מהמבקרים (66%) מגיעים לחניון בתדירות של מספר פעמים בשנה או אפילו פעם בחודש. קבוצה משמעותית נוספת (26%) מגיעה פעם או פעמיים בשנה, וליתר הנסקרים (8%) זהו ביקורם הראשון השנה. השיעור הגבוה של ביקורים חוזרים הוא עדות נוספת לשביעות הרצון הגבוהה של המבקרים ביער.

יתרה מזאת, בבדיקת מתאמים נמצא קשר מתון בין מידת שביעות הרצון מהביקור בפארק לבין תדירות הביקור ($r=0.16$; $p<0.05$). ככל שמידת שביעות הרצון מהביקור גבוהה יותר, כך תדירות הביקור גבוהה יותר, ולהפך. מנגד, כיוון שגישות החניון נמצאה כגורם הבחירה המרכזי, חשוב לסייג כי ייתכן שעבור חלק מהמשיבים תדירות הביקור הגבוהה נובעת משיקולים פרקטיים של קרבה ונוחות. הסתייגות זאת חשובה בייחוד עבור חניוני יער שנמצאים סמוך מאוד ליישובים, כגון פארק עמק התכלת ופארק מצודת בריה בעיר צפת ופארק קצרין בעיר קצרין.

7. מקורות מידע מועדפים

מקורות המידע על חניוני היער המועדפים על המשיבים נותחו אף הם (ניתנה אפשרות לסמן יותר מתשובה אחת ולכן השכיחויות עולות על 100%). בהתאם לתשובות הנסקרים, ההעדפה המרכזית היא עבור מקורות מידע דיגיטליים הכוללים אתרי אינטרנט (45%), יישומון (אפליקציה) (24%), רשתות חברתיות (11%) וברקוד לסריקה (4%). גורמים חשובים נוספים הם שילוט באתרים (41%) ודפדפות מידע (16%).

8. משתנים סוציו-דמוגרפיים

לצורך אפיון המשיבים כללו הנסקרים שאלות על אודות המין, הגיל וההכנסה. 58% מהנסקרים היו גברים ו-42% נשים. מתוך הממצאים עולה התפלגות מאוזנת יחסית של קבוצות הגיל 18–50, שמייצגות שלבי חיים שונים – רווקים, משפחות עם פעוטות ומשפחות עם ילדים. מאידך גיסא, נראה כי קיים ייצוג חסר של מבקרים בני 51 ומעלה, שיכול להעיד כי קבוצת גיל זאת מוצאת פחות עניין בביקור ביער או שמאפייני חניוני היער לא עונים על הצרכים שלהם. עבור מבקרים בגיל 51 ומעלה, שאין להם ילדים קטנים ואינם עורכים פיקניקים – פיתוח תשתיות לפעילות פנאי וספורט עממי יכול להוות גורם משיכה מרכזי להגעה לחניוני קק"ל.

איור 3 מציג את דירוגי החשיבות והביצועים של המבקרים במטריצת ניתוח חשיבות-ביצוע (la te nishoM, 9102). הממצאים מהמחקר הותאמו לקטגוריות של המודל הבסיסי. נתוני חשיבות וביצוע אלה מצביעים על מספר נקודות מרכזיות:

- יישר כוח - המשיכו כך! – שביעות רצון גבוהה של המבקרים ממשתנים בעלי חשיבות גבוהה: חניה וגישה עם הרכב, ניקיון החניון והתאמה לפיקניק. על קק"ל להמשיך לטפח את המשתנים האלה כדי לשמור על שביעות רצון המבקרים.
- התמקדו כאן! – קיים פער מהותי בין החשיבות הרבה שהמבקרים מייחסים למתקני החניון (4.5), לבין שביעות הרצון ממתקנים אלה בפועל (3.2). במתקני החניון נמצא הפער הגדול ביותר בסקר בין מידת החשיבות לבין הערכת הביצוע בפועל.
- פער בין מוטיבציית הביקור בפארק של טיול רגלי/ טיול אופניים/ טיול ממונע לבין הציון הנמוך יחסית עבור חיבור לאתרי טבע ומורשת ופיתוח ספורטיבי. כתמיכה לכך, בבדיקת מתאמים נמצא קשר מתון בין מידת שביעות הרצון של חיבור החניון לאתרי טבע ומורשת, לבין מידת שביעות רצון מהביקור בפארק ($r=0.16$; $p<0.05$). ככל שמידת שביעות הרצון מחיבור החניון לאתרי טבע ומורשת גבוהה יותר, כך מידת שביעות הרצון מהביקור נמצאה גבוהה יותר, ולהפך. בדומה לכך, נמצא קשר מתון בין מידת שביעות הרצון של הפיתוח הספורטיבי לבין מידת שביעות הרצון מהביקור בפארק ($r=0.15$; $p<0.05$). ככל שמידת שביעות הרצון מהפיתוח הספורטיבי גבוהה יותר, כך מידת שביעות הרצון מהביקור תהיה גבוהה יותר, ולהפך.
- עודף השקעה – המשתנה היחיד בסקר שרמת הביצוע בו דורגה גבוה יותר מרמת החשיבות הוא מידת ההתאמה למנגל. ייתכן שמבקרים רבים לא משתמשים במתקני המנגל, וכי קיימת השקעת יתר בפיתוח מסוג זה.
- עדיפות נמוכה – ציון הביצוע הנמוך ביותר בשאלון ניתן על ידי המבקרים לגורם של פיתוח תיירותי (2.7), וזאת ביחס למידת חשיבות של 3.5. בהתאם לציון החשיבות הנמוך באופן יחסי ולכך שלא נמצאה השפעה מובהקת לגורם זה על שביעות הרצון ($r=0.06$; n.s), נראה כי ניתן לסווג גורם זה כבעל חשיבות נמוכה.

5. שביעות רצון מהביקור

הערכת מידת שביעות הרצון של המבקרים ביער נמדדה באמצעות שלושה פריטים בסקר. הדירוגים לכלל שאלות שביעות הרצון מראים רמת שביעות רצון גבוהה וגבוהה מאוד מהביקור בחניון. ההיגד "היער הוא מקום בילוי מועדף עם משפחה וחברים" זכה לציון של 4.2; ההיגד "אני שבע

מתקני החניון, לשפר את הפיתוח התיירותי ולתת מענה למבקרים בעלי מוטיבציה של ספורט וטיול באמצעות הגברת החיבור לאתרי טבע ומורשת ופיתוח תשתיות לפעילות פנאי וספורט עממי.

ההעדפה המרכזית לחיפוש ולקבלה של מידע על אודות חניוני היער היא שימוש במקורות מידע דיגיטליים הכוללים אתרי אינטרנט (45%) ויישומונים (24%). ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם ממצאי סקר משרד התיירות לתיירות פנים (2019), שלפיהם מקור המידע העיקרי לתכנון חופשה בישראל הוא האינטרנט (52%) ורק לאחר מכן חברים וקרובים (28%). בהתאם לממצאים, על קק"ל לחזק את פעילותה הדיגיטלית ולהגביר את החשיפה של חניוני היער בערוצים הדיגיטליים השונים. בהתאם לכך אנו ממליצים על הקמת צוות שירכז את כלל פעילות השיווק והמיתוג של החניונים. תפקידיו של הצוות יכלול: הכנת תוכניות שווק ומיתוג, יצירת שפה ממותגת וחזותית, תיאום ובחינה של מאמצי הפרסום ויחסי הציבור, יוזמות חדשות לשיווק ולמיתוג, העברת המסרים הרצויים ומעקב קבוע ומסודר אחר השתנות תדמית הפארק בקרב קהלי היעד.

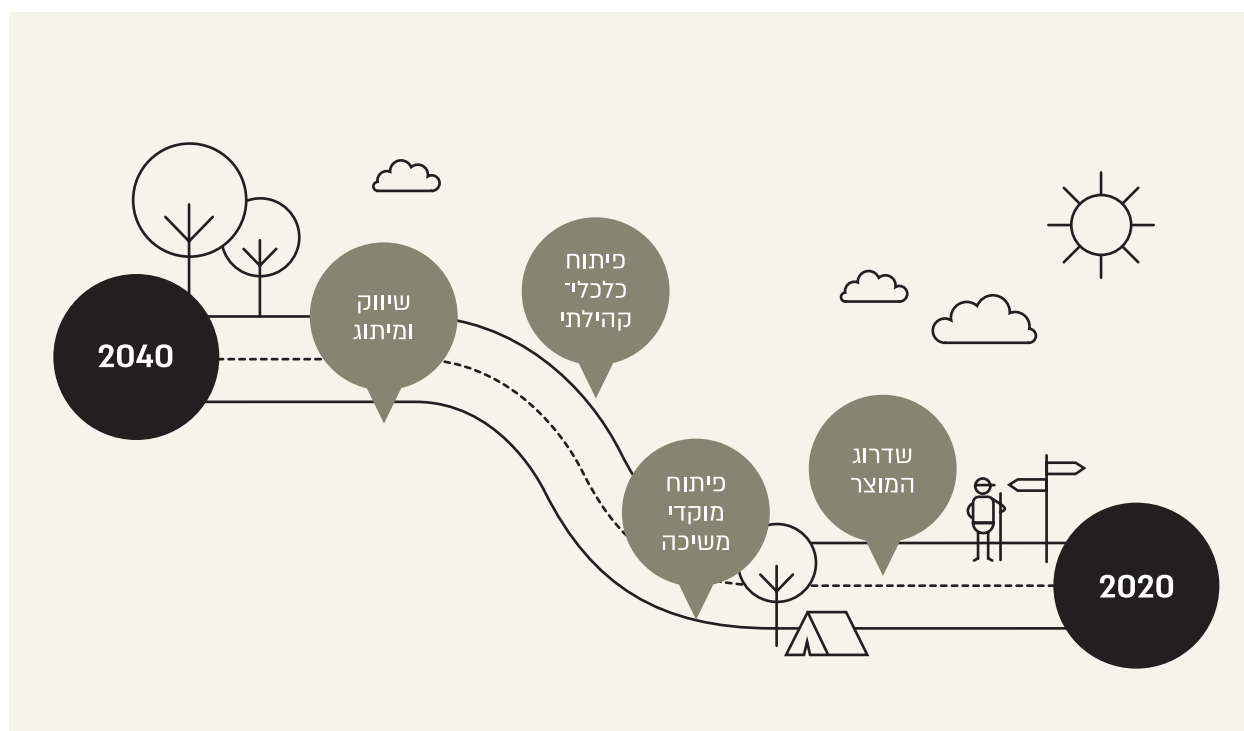
לסיכום, כיום המבקרים ביערות קק"ל רואים ביער קק"ל מוצר ולא פעילות. עיקר המוצר מסתכם בטבע ובשולחנות,

בבדיקת מתאמים לא נמצא קשר משמעותי בין גיל המבקר לבין מידת שביעות רצון מהביקור בפארק ($r=0.08$; $p<0.05$), כך שבקרב המבקרים בפועל אין השפעה של הגיל על מידת שביעות הרצון.

אל חניוני הפארק שנבדקו מגיעים מבקרים ממגוון קבוצות הכנסה. נמצא כי בעלי הכנסה שנמוכה מההכנסה החציונית מגיעים כחות ליערות קק"ל. ייתכן שהסיבה לכך היא שעבור משפחות שאין בבעלותן רכב פרטי הנגישות למרבית הפארקים נמוכה.

סיכום והמלצות

חניוני היער ויצירת מרחבי טבע ופנאי זוכים לציוני שביעות רצון גבוהים מהמבקרים בכל התחומים שנבחנו. שביעות הרצון של המבקרים גבוהה במיוחד ממשתנים שהם מייחסים להם חשיבות גבוהה – חניה וגישה עם הרכב, ניקיון החניון והתאמה לפיקניק. מאידך גיסא, קיים פער בין החשיבות הרבה שהמבקרים מייחסים למתקני החניון לבין שביעות הרצון ממתקנים אלה בפועל – נושא הדורש התייחסות מיידי. בהתאם לממצאים אלה, יש לשפר את



איור 4

מתווה מוצע למימוש הפוטנציאל הגלום בחניונים והגשמת חזון קק"ל

כמוקדי משיכה לפעילות תיירותית וכמנועים ליצירת צמיחה כלכלית מקומית. על תוכנית זו לבחון כיצד הפארקים משמשים עוגני פיתוח שיוצרים השפעה חברתית, תדמיתית, כלכלית ותיירותית ומממשים את מלוא הפוטנציאל שלהם ככלי לפיתוח הפריפריה. תוכנית האב תתכלל את הפעולות המוצעות ותיצור עקרונות ודרכי פעולה להפיכת הפארקים לרכיב מרכזי במימוש חזון קק"ל.

תודות

המחקר נערך במימון קק"ל. ברצוננו להודות לשמעונה סבג-דרעי, מנהלת מחלקת יער וקהילה במרחב צפון, שראתה לנגד עיניה את נחיצות המחקר בנושא העדפות קהל בחינוכי יער, וקידמה אותו בכל דרך אפשרית, ולד"ר עמרי בונה – מנהל מרחב הצפון של הקרן הקימת לישראל – שאפשר את קיומו. כמו כן, סקר זה נערך בפועל תודות למסירות של מנהלי החינוכים, רכזי קהילה ויער, המדריכים ועובדי קק"ל שעמלו על הפצת שאלוני הסקר.

ואילו הפעילויות הקיימות בו כמעט ואינן בתודעת הציבור. אי לכך, אנו ממליצים למנהל את המוצר ולהפוך את החינוך לחוויה תיירותית בהתאם למגמות שפורטו בתחילת המאמר. בהקשר זה, אנו ממליצים לשקול את שינוי שמות האתרים מ"חניונים" ל"פארקים" – חניון הוא מקום פונקציונלי שחונים בו, ואילו פארק משמש למגוון פעילויות וחוויות. ההמלצה העיקרית היא, אם כן, מינוף החניונים למרחבים תיירותיים משמעותיים והנגשת החניונים לציבור הישראלי כמרחבי פנאי, נופש ותיירות, באמצעות פיתוח תשתיות, שירותים, חוויות ומוקדי משיכה (אטרקציות).

נראה כי הדרך מהמצב הקיים לעבר מימוש הפוטנציאל הגלום בחניונים והגשמת חזון קק"ל הלכה למעשה עוברת בארבע נקודות מפתח, כמתואר באיור 4: שדרוג המוצר הקיים של חניוני קק"ל; פיתוח מוקדי משיכה ופעילויות; פיתוח כלכלי קהילתי/ מקומי; מיתוג ושיווק.

לצורך מימוש מתווה זה אנו ממליצים להכין תוכנית אב תיירותית כוללת לחניונים ולפארקים שתתאים לחזון קק"ל לשנת 2040 ותמנה את החניונים כגורמים מחוללי תנועה,

מקורות

- גלבמן א, הטביחה ק ושובל נ. 2013. דפוסי פעילות מבקרים, עמדותיהם ותפישתם כלפי חוויות הביקור ביערות קק"ל. דו"ח עבור קרן קימת לישראל.
- זלוצקי מ. 2002. דפוסי נופש בחיק הטבע בשטחים הפתוחים בהרי ירושלים. http://old.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/index_pirsumim/p0220.1.pdf
- משרד התיירות. 2012. סקר תיירות פנים – דו"ח מחקר. טלסקר, עבור משרד התיירות.
- משרד התיירות. 2019. דו"ח ממצאים לסקר תיירות פנים בישראל. עבור משרד התיירות.
- פליישמן ל. 2005. דפוסי נופש בחיק הטבע בקרב העולים מחבר העמים. מכון ירושלים לחקר ישראל – המרכז למדיניות סביבתית.
- פליישר ע ושובר מ. 2006. סקר יערות קהילתיים – שימושים ועמדות של הקהילה. קרן קימת לישראל – מנהל פיתוח הקרקע ומחלקת קהילה ויער.
- קולינס-קריינר נ וכתר ע. 2018. ארגז כלים תיירותי למנהלי אתרי מורשת. מקוה ישראל: המועצה לשימור אתרי מורשת בישראל.
- קורמן א. 2000. נופש ביערות הקק"ל: היבטים של היצע וביקוש (עבודת גמר לתואר מוסמך). חיפה: אוניברסיטת חיפה.
- שובל נ, פליישר ע וגרינברג י. 2011. פעילות מבקרים ביער 'פארק איילון-קנדה': חקר GPS באמצעות מערכת קרן קימת לישראל. מנהל פיתוח הקרקע ומחלקת קהילה ויער.
- Clawson M and Knetsch JL. 2013. Economics of outdoor recreation. RFF Press.
- Collins-Kreiner N and Ram Y. 2021. National tourism strategies during the Covid-19 pandemic. *Annals of Tourism Research*, 89, 103076. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103076>
- Gössling S, Scott D, and Hall CM. 2020. Pandemics, tourism, and global change: A rapid assessment of Covid-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>
- Jeong I. 1997. A study on attributes of attractions of the Bukhansan National Park and visitors' Attitudes (Master's dissertation). Seoul, Korea: Hanyang University.
- Kim J-H, Ritchie JRB, and McCormick B. 2012. Development of a scale to measure memorable tourism experiences. *Journal of Travel Research*, 51(1), 12-25.
- Kim J-H. 2014. The antecedents of memorable tourism experiences: The development of a scale to measure the destination attributes associated with memorable experiences. *Tourism Management*, 44, 34-45.
- Lee C, Huang H and Yeh H. 2010. Developing an evaluation model for destination attractiveness: Sustainable forest recreation tourism in Taiwan. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(6), 811-828.
- Mohsin A, Rodrigues H, and Brochado A. 2019. Shine bright like a star: Hotel performance and guests' expectations based on star ratings. *International Journal of Hospitality Management*, 83, 103-114.
- OECD. 2021. Outbound tourism. OECD Statistics. https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=TOURISM_OUTBOUND
- Pine B and Gilmore J. 1998. Welcome to the experience economy. *Harvard Business Review*, 76(4), 97-105.
- Quadri-Felitti D and Fiore AM. 2012. Experience economy constructs as a framework for understanding wine tourism. *Journal of Vacation Marketing*, 18(1), 3-15.
- Ram Y, Collins-Kreiner N, Gozansky E, Moscona G, Okon-Singer H. 2021. Is there a COVID-19 vaccination effect? A three-wave cross-sectional study. *Current Issues in Tourism*. <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1960285>



ניתוח הנזקים שגרמה סוכת הרוח במרץ 2020 ליערות קק"ל

מיכה סילבר, אסף יופיטר ואנונו, שילי דור־חיים, משה שחק, ארנון קרניאלי *

המעבדה לחישה מרחוק, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן־גוריון בנגב
* karnieli@bgu.ac.il

תקציר

נמצאה התאמה טובה בין מספר העצים שנכללו לבין מפנה המדרונות. על כן, ניתן להסיק שבשחריה נכללו יותר עצים בשיפועים שפנו לדרום־מזרח ובאזורים של צפיפות דלילה של עצים.

מסקנות הפרויקט הן ששיטות חישה מרחוק באמצעות רחפנים, לידר ודימותי לוויין (ונוס) נמצאו יעילות למיפוי נזקי הסוכה ולאפיון מדויק של משתנים מרחביים הקשורים לעצים שנפגעו. שילוב של נתונים טופוגרפיים ומטאורולוגיים אפשר להעריך את הסיבות שגרמו לנזקים אלה. כמו כן, תוצאות המחקר מוכיחות שמעתה יש להביא בחשבון את גורם סוכות הרוח במעקב אחר התפתחות המערכות שבניהול קק"ל בנגב.

סוכת הרוחות והגשמים החריגה ב־11–12 במרץ 2020 גרמה נזקים כבדים ביערות קק"ל, שהתבטאו בשבירה ובעקירה של עצים רבים בכל אזור לכיש ודרומה עד מבואות באר שבע. המחקר המוצג עוסק בחקר אירוע קיצון בעיקר לנוכח התחזיות של אירועי קיצון הצפויים באזורנו כחלק בלתי נפרד משינוי האקלים, ומתרכז ביערות אמציה ושחריה, מוקדי הנזק העיקריים.

בעקבות הסוכה ערכו פקחי קק"ל סקר קרקעי ותיעד אווירי באמצעות רחפן כדי לאתר, למפות ולצלם את אזורי נפילת העצים. במקביל ניתחה את האירוע המעבדה לחישה מרחוק של אוניברסיטת בן־גוריון בקמפוס שדה בוקר תוך שימוש בציילומי הרחפן, בדימותי לוויין, בנתונים מטאורולוגיים ובנתונים על מועדי נטיעות.

הממצאים ביער אמציה מראים התאמה טובה בין כיוון הרוח בליל הסוכה לבין כיוון הנפילה. עם זאת, לא נמצאה התאמה מובהקת בין צפיפות עצים, מפנה ושיפוע לבין מספר העצים שנכללו. ההסבר הסביר להיקף הנזק ביער אמציה הוא, כנראה, שילוב של מכות רוח עזות בליל הסוכה עם לחות קרקע גבוהה בשל הגשמים הרבים שירדו באזור בינואר, בפברואר ובמרץ. לעומת זאת, ביער שחריה

מילות מפתח

חישה מרחוק, טופוגרפיה, הלוויין ונוס, מערכת לידר, משקעים

מבוא

שמערכות יער צפויות להיות מושפעות ממערכת משולבת של אסונות אקלים, הכוללים עלייה בהיקף ובעוצמה של גלי חום וקור, שיטפונות וסופות רוח (Seidl et al., 2011).

רקע

בסופת הגשמים והרוחות החריגה שהתרחשה בתאריכים 11–12 במרץ 2020 נגרם נזק רב לעצים ביערות קק"ל במרחב שבין קרית גת ועד דרומית ליער להב הסמוך לבאר שבע. אלפי עצים נשברו או נעקרו מהאדמה ונפלו במהלך הסופה (איור 1). מוקדי הנזק המשמעותיים ביותר התרחשו מזרחית לקרית גת, ביערות שחריה ואמציה. דו"חות של השירות המטאורולוגי בישראל לחורף 2020 מעידים על כמות משקעים הגבוהה ב־20% עד 30% מהממוצע הרב־שנתי בחודש ינואר, בעוד שחודש פברואר היה מעט חם יבש מהממוצע. מנגד, חודש מרץ הסתכם בכמות משקעים חודשית גבוהה בהרבה מהממוצע הרב־שנתי. בשפלת יהודה, בנגב הצפוני ובהרי ירושלים הכמות הייתה כפולה מהממוצע. גרף שושנת רוחות מתאריך 12 במרץ 2020 (איור 2) מציג רוח חזקה ממזרח ומדרום־מזרח במשך שעות רבות, בייחוד בתחנת לכיש.

מחקרים רבים הראו שהפרעות סביבתיות, כדוגמת בצורות, שרפות, שיטפונות, סופות גשם, סופות רוח ואחרות, משפיעות על המבנה והתפקוד של יערות, וכי לאירוע יחיד משמעותי של הפרעה, כגון סופת רוח העוקרת עצים, השלכות על התפתחות מערכת היער (Paine et al., 1998; Scheffer et al., 2001; Buma, 2015). הפרעות כגון אלה משאירות אחריהן מורשת ביולוגית שמשפיעה בטווח הארוך על תפקוד המערכת, מאחר שהיא יוצרת שינויים בתבנית העצים, בייצור הראשוני ובתהליכי מחזור היסודות (Franklin et al., 2000, 2007). כמו כן, ההפרעה קובעת את תגובות המערכת לגשם ולנגר עתידיים (Frelich et al., 1998; Paine et al., 2000, 2007; Reich and Buma, 1999). בלתי־רצוי (Senf and Seidl, 2021). שרפות של הפרעות רוח ושרפות מוערכת בכ־2 מיליון הקטר בשנה (Dale et al., 2001). עד כה לא נחקרו בנגב ההשפעות של עוצמות הרוח על המערכות האקולוגיות שבניהול קק"ל, היות שנהגו להתבסס על הנחות מוקדמות שההפרעות הן בעיקרן רעייה, שרפות ובצורות. הנחות מוקדמות אלה אינן עומדות במבחן המציאות לנוכח תחזיות שינוי האקלים שמעריכות ששינוי משטר הרוחות הוא בלתי נמנע (Dale et al., 2001). כל התחזיות מצביעות על כך



איור 1

דוגמה לנזקי הסופה בליל 11–12 במרץ 2020 ביער שחריה
נראה כי כל העצים נפלו באותו הכיוון.

מטרת המחקר

דקות) הושגו מאתרי תחנות השירות המטאורולוגי בישראל ומאתר משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

יער אמציה

יש כיסוי תצלומי רחפן של יער אמציה לאחר אירוע הסופה. הצילומים הבודדים ברזולוציה גבוהה עברו תיקון גאומטרי ליצירת פסיפס רציף של השטח המצולם. אף על פי שחפיפת תמונות הרחפן לא הייתה מיטבית, וחלה בשל כך הסטה לצד של 10–15 מטרים, התוצר שימש לביצוע דיגיטציה ידנית לעצים עומדים ולעצים שנפלו. מאחר שבתמונות הרחפן ניתן להבחין בשורשים ובצמרות עצים נופלים, בוצעה דיגיטציה של כיוון הנפילה. לאחר מכן, חושבו האורך וכיוון הנפילה של העצים הנופלים, וסומנו נקודות מיקום השורשים (תחילת המקטע). מאפיינים טופוגרפיים כמו גובה, שיפוע ומכנה המדרון, חושבו לכל העצים (עומדים ונופלים) ממודל תבליט דיגיטלי (Digital Terrain Model, DTM) ברזולוציה של 4 מטר. צפיפות העצים נגזרה מעצים עומדים ונופלים יחד.

יער שחריה

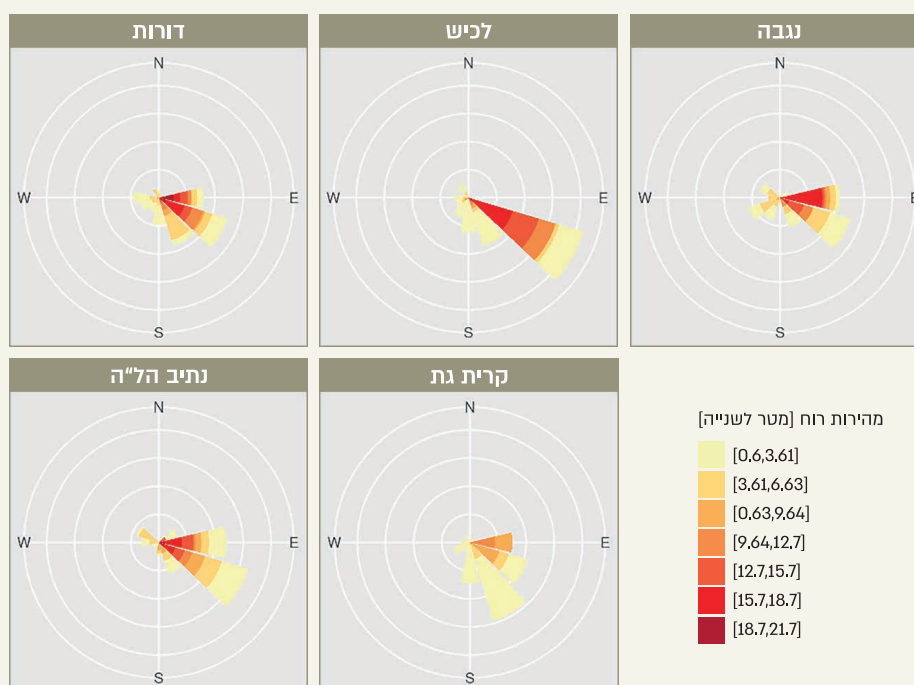
נעשה שימוש בנתוני לידר אווירי משני תאריכים שמכסים

מטרת המחקר הייתה לנתח את ההתאמה בין גורמים, כמו טופוגרפיה ועוצמת הרוח, לנזקים שגרמה הסופה ב־11–12 במרץ 2020 ליערות קק"ל, בדגש על יערות שחריה ואמציה. הניתוח בוצע על מידע שנאסף דרך חישה מרחוק, נתונים מטאורולוגיים ומועדי נטיעות. למיטב ידיעת המחקרים, לא נעשה עדיין מחקר פרטני שבדק השפעה של אירוע קיצון על המבנה והתפקוד של יערות בארץ.

שיטות המחקר

אזור המחקר ומקורות מידע

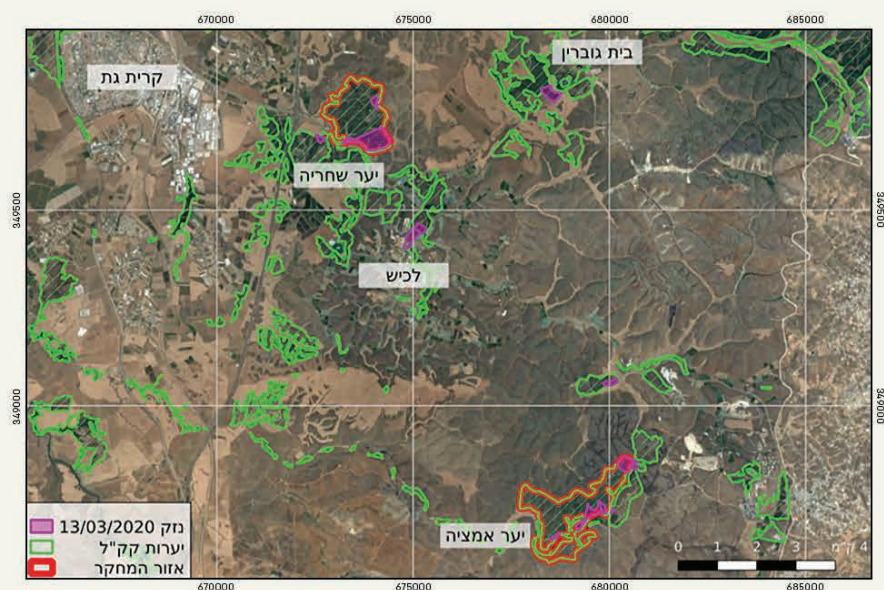
העבודה התמקדה בשני יערות שמרבית נזקי הסופה התרחשו בהם – אמציה ושחריה, הממוקמים בדרום השפלה, מזרחית לקרית גת (איור 3). חלק מנתוני החישה מרחוק ששימשו בעבודה זו סופקו על ידי קק"ל וחלק נאספו על ידי המעבדה לחישה מרחוק של אוניברסיטת בן-גוריון בקמפוס שדה בוקר (טבלה 1). נוסף על כך, כמויות משקעים (במרווחים של שעה) ונתוני מהירות רוח (במרווחים של 10



איור 2

גרפים של שושנת הרוחות מחמש תחנות מטאורולוגיות ב־12 במרץ 2020

תחנת משרד החקלאות בלכיש (ליד יער אמציה) מציגה רוחות דרום-מזרחיות חזקות ומתמשכות במהלך אירוע הסופה.



איור 3

מפת אזור המחקר

האזורים התחומים בירוק הם יערות קק"ל, בסגול אזורי נזק שדווח על ידי פקחי קק"ל, ובאדום יערות שחריה ואמציה.

נתונים	מקור	מיקום	איכות המידע	זמן רכישה המידע
תמונות רחפן	קק"ל	אמציה	חפיפה חסרה	לאחר הסופה
פוליוגון נזק	קק"ל	אמציה ושחריה	גסה	לאחר הסופה
עומדי עצים	קק"ל	אמציה ושחריה	לפי חלקה	ארכיון
לידר אווירי *	אוניברסיטת בן-גוריון	שחריה	רזולוציה של 1 מטר לפיקסל	לאחר הסופה
לידר אווירי	אוניברסיטת בן-גוריון	שחריה	רזולוציה של 1 מטר לפיקסל	2015
דימותי לוויין	פרויקט ונוס *	כל היערות במרחב	רזולוציה של 5 מטר לפיקסל	קיי, לפני הסופה ואחריה
נתונים מטאורולוגיים	השירות המטאורולוגי	4 תחנות	גבוהה	מרווח של 10 דקות בין מדידות
נתונים מטאורולוגיים: משקעים, רוח, טמפרטורה	משרד החקלאות	2 תחנות	גבוהה	שעתית

טבלה 1

מקורות מידע

* הסבר המונחים מופיע בהמשך

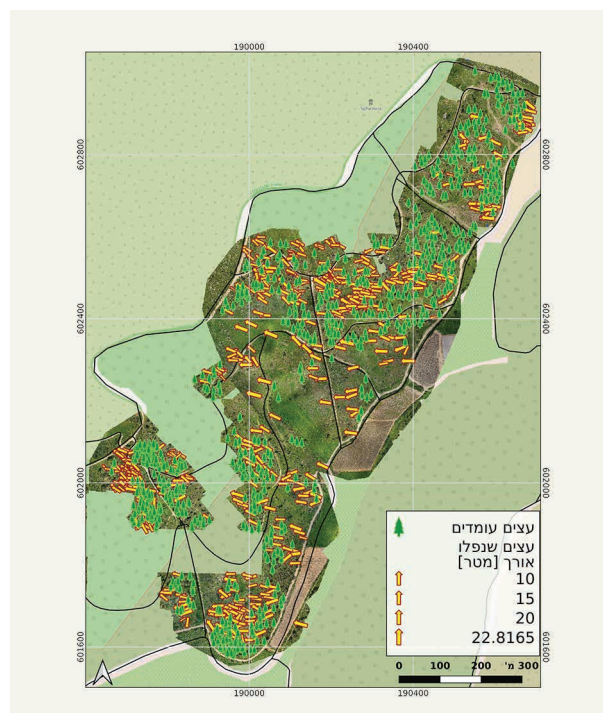
את כל האזור. לידר (LiDAR) הוא מערכת "גילוי אור ומדידתו" שבלועזית נוצרה משילוב המילים אור (Light) ומכ"ם (Radar) (Light Detection And Ranging). הלידר משתמש בקרני לייזר להכנת מפות תלת־ממדיות בהפרדה גבוהה, ולכן יש לו שימושים רבים בתחום היערנות. נתוני לידר מ־2015 הם בצפיפות של נקודות סריקה אחת למ"ר, ובטיסה חדשה שבוצעה במהלך הקיץ, לאחר אירוע הסופה, בצפיפות נקודות סריקה של 2 נקודות למ"ר. נתונים אלה שימשו לסימון עצים על ידי יצירת מודל של גובה חופה (Canopy Height Model – CHM) מנקודת הענן. בודדים אותם באמצעות אלגוריתם "הגובה המרבי המקומי" (local maxima) מה־CHM. על ידי השוואה בין הנתונים החדשים ונתוני הארכיון הושגו שתי שכבות נקודה של עצים עומדים. נוסף על כך, חולצו מנתוני הממ"ג (GIS) של קק"ל עומדי עצים, עם נתוני שתילה לכל חלקה. באמצעות מידע זה מוסכו עצים הצעירים שנשתלו לאחר שנת 2000 כדי להבטיח כי רק עצים בוגרים ייכללו בשני הסטים של נתוני הלידר.

יש לציין כי צילומי הרחפן לאחר הסופה המכסים את יער שחריה, לא צולמו בחפיפה מספקת, ולכן לא יכולנו לבצע יישור גאומטרי. היות שכך, נעזרנו בנתונים מהלוויין ונוס (VENμS – Vegetation and Environment on a New Micro Satellite), שהוא לוויין לחישה מרחוק המשמש את סוכנות החלל הישראלית. השווינו דימויים מנתוני הלוויין ברזולוציה של 5 מטר משנים עוקבות, וכך חישבנו מידע על אזורי נפילת העצים. בגין החורף הגשום ב־2019–2020 יערות קק"ל היו עשירים בצמחייה עשבונית חד־שנתית, ולכן לא ניתן להבחין בעצים בעונה הגשומה ולסווג אותם. לעומת זאת, בדימוי העונה היבשה, מדד צמחייה (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) אמור לייצג עצים בלבד ללא חד־שנתיים, ולכן השוואה בין דימוי קיץ מ־2019 ומ־2020 שימשה לסיווג האזורים שניזוקו.

תוצאות

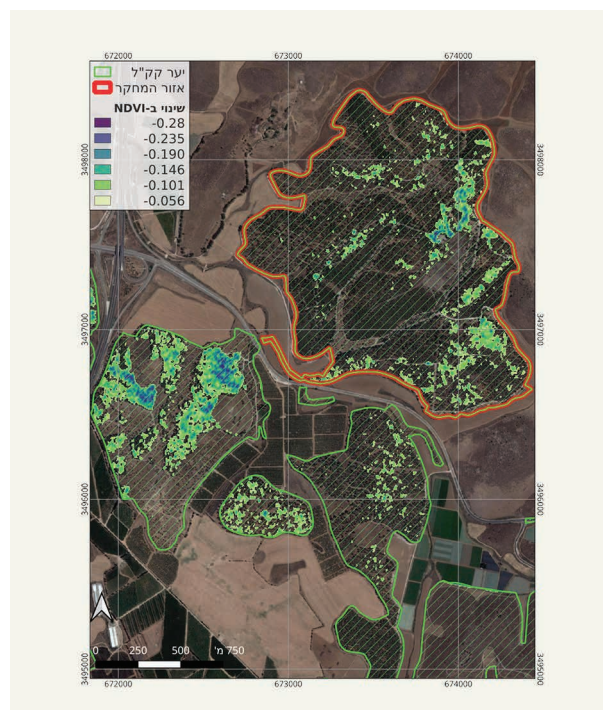
יער אמציה

בניתוח תמונות הרחפן סומנו כקווים מהשורשים לכיוון הצמרת 474 עצים נופלים, וכנקודות – 620 עצים עומדים. לפיכך, 43% מהעצים נפלו במהלך הסופה. מפת העצים הנופלים והעומדים באמציה מוצגת באיור 4. ניתן לראות כי רוב העצים נפלו לכיוון מערב דרום־מערב. ניתוח כלל כיווני נפילת העצים אל מול שיפוע המדרון וניתוח כיוון הנפילה אל מול מכנה המדרון לא הראו קשרים מובהקים. עם זאת, ניכר כי העצים הנופלים נמצאו במיקום של שיפועים גדולים יותר. הרגרסיה הלוגיסטית (מודל סטטיסטי המתאר קשר אפשרי בין משתנה איכותי/קטגורי, המכונה "המשתנה המוסבר",



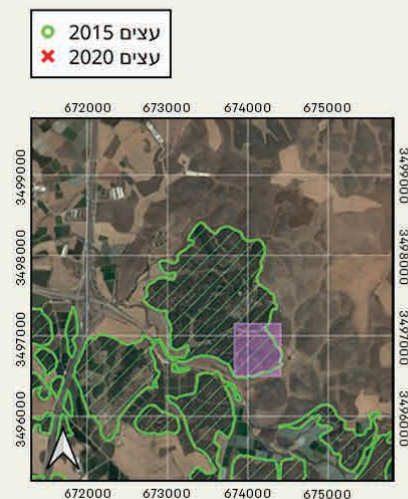
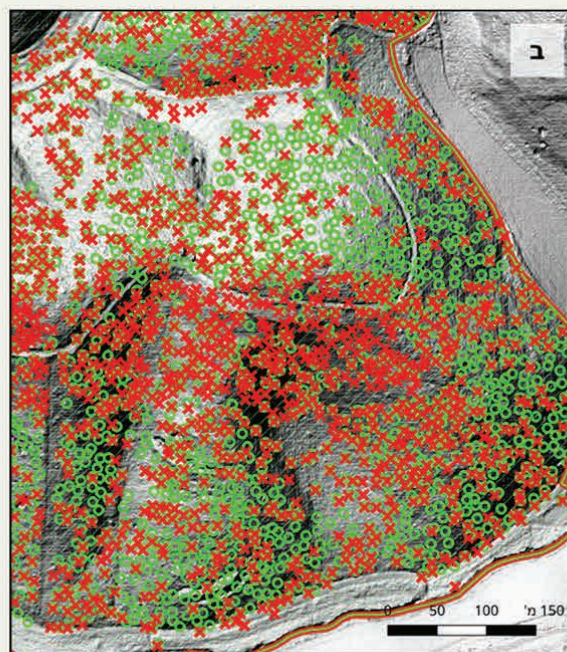
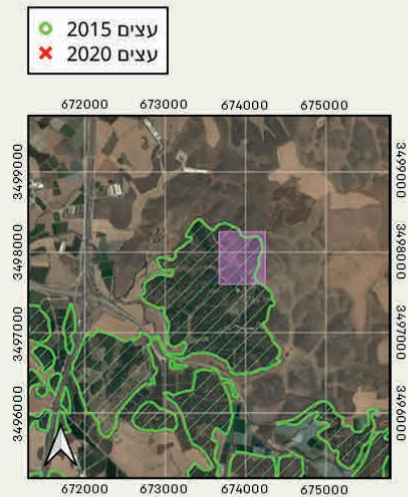
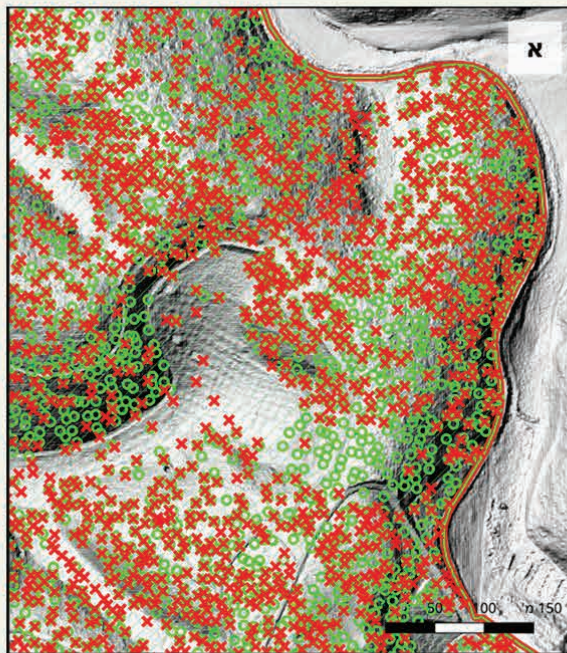
איור 4

מפת עצים נופלים ועומדים ביער אמציה לאחר סופת רוח במרץ 2020
כיוון החץ מראה את כיוון נפילת העץ. אורך החץ מסמן את אורך קטע העץ שנפל.



איור 5

אזורי הנזק ביער שחריה שחושבו מניטור השינוי בערכי NDVI בין דימוי הלוויין ונוס בקיץ 2019 ובקיץ 2020



איור 6

מיקומי עצים שנותחו מנתוני הלידר ביער שחריה באמצעות שימוש במודל של גובה חופה (CHM)
 כל אריח מציג מפת תקריב של אזור ביער. עיגולים ירוקים מסמלים עצים מנתוני 2015, X אדום מסמל עצים ב-2020 לאחר הנזק. מכנה מדרונות: (א) צפון-מזרח, (ב) דרום-מזרח.

סומנו כ-"עומדים" (איור 6). יש לציין כי בחלק מהמיקומים, עצים שנחתמו מופיעים בנתונים של 2020 ולא בנתונים של 2015. ניתן להסיק מכך כי העצים גדלו מעבר לגובה המינימום (7 מטר) שנבחר כערך סף בניתוח ה־CHM בין תאריכי הלידר המוקדם והחדש. לכן, סביר להניח כי אחוז העצים הנופלים היה בפועל גבוה יותר.

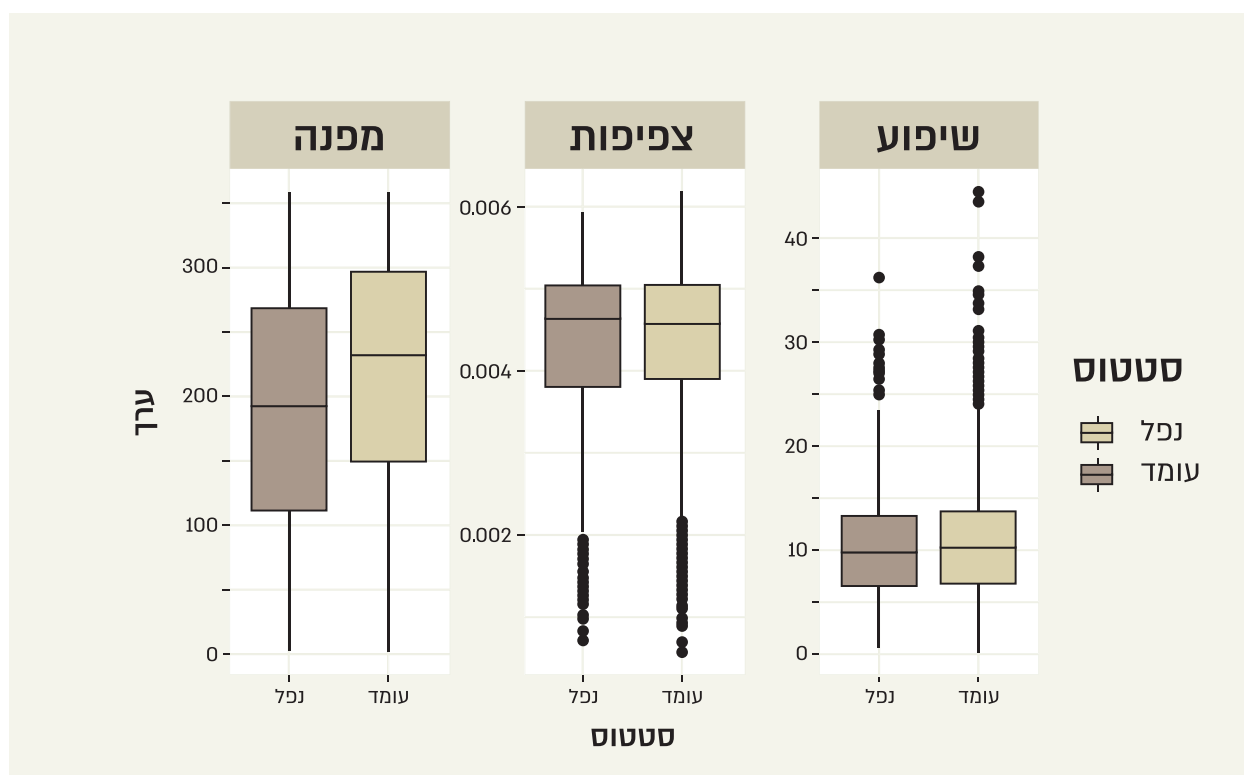
נוסף על כך, רשת (grid) צפיפות עצים הוכנה באמצעות שימוש בלידר, וכן הוכן מודל שטח דיגיטלי (Digital Terrain Model, DTM) ברזולוציה גבוהה, המאפשר ליצור מפות שיפוע ומכנה. בדומה למה שנעשה ביער אמציה, בוצעה רגרסיה לוגיסטית עם קטגוריית "עומד/נפל" כמשתנה מוסבר. וצפיפות עצים, מכנה ושיפוע מדרון כמשתנים מסבירים. שלא כמו התוצאות ביער אמציה, כל המשתנים המסבירים נמצאו כתורמים משמעותית למשתנה הקטגורי "עומד/נפל" (ערכי p הקטנים מ־0.01 מעידים כי ניתן לדחות את השערת האפס). לפיכך, צפיפות נמוכה, שיפועים מתונים וזווית מכנה קטנה (לכיוון מזרח ודרום) תרמו לנפילת עצים. תרשים קופסה באיור 7 מראה הבדל סטטיסטי מובהק בממוצע מכנה המדרונות בין עצים נופלים ועומדים, בעוד

ובין משתנים אחרים המכונים "משתנים מסבירים" קבעה כי רק שיפוע המדרון הוא משתנה מסביר. משתנה זה נמצא כמשפיע מובהק של הסיווג שנוצר (ערך p של 0.01). לכן, יותר עצים נפלו במדרונות משופעים מאשר בוואדיות או לאורך רכסים.

יער שחריה

באיור 5 מסומנים אזורי הנזק ביער שחריה לפי עוצמת השינוי במדד הצמחייה (NDVI) שחושב מתמונות הלווין ונוס בין קיץ 2019 לקיץ 2020. נראה כי הנזקים העיקריים נגרמו ברכסים ובמדרונות המזרחיים (בפינה הדרום־מזרחית של היער). לפי שיטה זאת חושב שטח האזור שניזוק (545 דונם) ביחס לסך כל שטח יערות שחריה, 3,750 דונם. מסתבר כי 14.5% מהשטח ניזוק מהסופה.

במטרה למנות את מספר העצים הנופלים הוכן אזור חיץ של 8 מטרים המקיף את עצי הנטיעות לאחר 2015. אזורי העצים שלא הצטלבו עם אזור החיץ, הוגדרו כעצים שניזוקו. בהתאם לכך, 16.7%, בערך 1,600 עצים, לא נתחמו על ידי הלידר לאחר אירוע הסופה וסומנו כ-"נופלים", ושאר העצים



איור 7

תרשים קופסה של המשתנים המסבירים – שיפוע, צפיפות עצים ומכנה

נראה הבדל סטטיסטי מובהק בממוצע מכנה המדרונות בין עצים נופלים ועומדים, בעוד שההבדלים בממוצעים של שני המשתנים האחרים אינם מובהקים. הפער הגדול בין ערכי ממוצעי המכנה בין עצים נופלים ועומדים מעיד על אפקט משמעותי של משתנה זה.

כי אזורים ביער בעלי צפיפות נמוכה וגם מדרונות הפונים לכיוון מזרח ודרום, היו יותר חשופים לנזק. מאחר שלא קיים מיפוי זמין של כיוון הנפילה ביער שחריה, לא ניתן להסיק מסקנה חד־משמעית בנוגע להשפעת כיוון הרוח. יש לציין כי עונת 2019–2020 הייתה הגשומה ביותר מאז 1991. חלק מהעצים נעקרו מהקרע עם השורשים. הנזקים נגרמו, ככל הנראה, בגין הגשמים הכבדים שירדו במהלך הסופות בחודשים ינואר וכברואר והובילו ללחות קרקע גבוהה ביערות. לאחר מכן, במהלך הסופה החריגה בחודש מרץ, גשמים נוספים ורוחות חזקות הותירו את העצים חשופים לעקירה על ידי משבי רוח עוצמתיים. העובדה כי חלק מהעצים נמצאו שבורים בגזע, מספר מטרים מעל הקרקע, מעידה על העוצמה הקיצונית של משבי הרוח.

מחקר זה מצביע על כך שלאירועי קיצון אקלימיים עשויה להיות השפעה שלילית על יערות. במקרה שלפנינו, הצירוף של קיצוניות בגשם וברוח הביא לנפילה ולעקירה של עצים, והן שינו את תבנית היער, דבר שיכול להשפיע על תפקודו.

תודות

המחברים מודים בחום לעובדי קק"ל – מיכאל ספרינצין, גיל סיאקי ואלכסנדרה סביצקי על הסיוע בנתונים ובלוגיסטיקה.

שההבדלים במומצעים של שני המשתנים האחרים אינם מובהקים.

דיון ומסקנות

המודלים הידועים כיום להערכת נזקי סופות רוח ליערות הם ברובם תיאוריים (Dobbertin, 2002; Lindemann and Baker, 2002; Kupfer et al., 2008). לעומתם, שיטות חישה מרחוק באמצעות רחפנים, לידר ודימותי לוויין (כדוגמת נוס) נמצאו יעילים למיפוי נזקי סופת הרוח ולאפיון מדויק של משתנים מרחביים הקשורים למספר העצים שנכגעו. שילוב של נתונים טופוגרפיים ומטאורולוגיים אפשר להעריך את הסיבות שגרמו לנזקים אלה.

מאחר שצפיפות העצים ביער אמציה הייתה דלילה יותר מאשר בשחריה, ההערות והמסקנות מתייחסות לכל יער בנפרד. הנזק באמציה היה חמור יותר. מעל 40% עצים נופלים באמציה לעומת פחות מ-20% בשחריה. כיוון הנפילה ברוב העצים שניזקו באמציה היה באופן אחיד לכיוון מערב, וגרף שושנת הרוחות (איור 2) מעצים את המסקנה כי משבי רוח חזקים מדרום־מזרח היו גורם משמעותי לנזק. יותר עצים נפלו במדרונות בהשוואה לרכסים ולוואדיות.

נראה כי סיבות הנזק בשחריה שונות. קיימת הוכחה סטטיסטית לכך שצפיפות עצים, שיפוע, ובייחוד מכנה המדרון, משפיעים על נפילת העצים. התוצאות מעידות

מקורות

- Station.
- Frelich LE and Reich PB. 1999. Neighborhood effects, disturbance severity, and community stability in forests. *Ecosystems*, 2, 151-166.
- Kupfer JA, Myers AT, and McLane SE. 2008. Patterns of forest damage in a southern Mississippi landscape caused by hurricane Katrina. *Ecosystems*, 11, 45-60.
- Lindner M, Maroschek M, Netherer S, and Kremer A. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 259, 698-709.
- Paine RT, Tegner MJ, and Johnson EA. 1998. Compounded perturbations yield ecological surprises. *Ecosystems*, 1, 535-545.
- Scheffer M, Carpenter S, Foley JA, Folke C, and Walker B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413, 591-596.
- Senf C and Seidl R. 2021. Mapping the forest disturbance regimes of Europe. *Nature Sustainability*, 4, 63-U102.
- Seidl R, Fernandes PM, and Fonseca TF. 2011. Modelling natural disturbances in forest ecosystems: A review. *Ecological Modelling*, 222, 903-924.

אתר השירות המטאורולוגי בישראל. <https://ims.data.gov.il/ims>

אתר משרד החקלאות ופיתוח הכפר. <http://www.meteo.co.il/Report/stationreport>

- Buma B. 2015. Disturbance interactions: Characterization, prediction, and the potential for cascading effects. *Ecosphere*, 6, 1-15.
- Dale VH, Joyce LA, McNulty S, Neilson RP, Ayres MP, Flannigan MD, Hanson PJ, Irland LC, Lugo AE, Peterson CJ, Simberloff D, Swanson FJ, Stocks BJ, and Wotton BM. 2001. Climate change and forest disturbances. *Bioscience*, 51, 723.
- Dobbertin M. 2002. Influence of stand structure and site factors on wind damage comparing the storms. *Snow Landscape Research*, 77, 187-205.
- Franklin JF, Lindenmayer D, MacMahon JA, McKee A, Magnuson J, Perry DA, Waide R, and Foster D. 2000. Threads of continuity. *Conservation Science in Practice*, 1, 8-16.
- Franklin JF, Mitchell RJ, and Palik BJ. 2007. *Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry*. General Technical Report NRS-19. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research



אקולוגיה וברירה זויגית אצל השלדג לבן־החזה: מין מקומי ייחודי שלא נחקר

דנה סלע־קליין¹ | יזהר לבנר² | יוני וורטמן³

- 1 מוקד מחקרים החולה, החוג לביוטכנולוגיה, המכללה האקדמית תל־חי
- 2 המעבדה לעיבוד אותות, החוג למדעי המחשב, המכללה האקדמית תל־חי
- 3 מוקד מחקרים החולה, החוג למדעי החי, המכללה האקדמית תל־חי
vortmany@gmail.com

תקציר

רפרטואר קולי רחב המורכב לפחות מ־13 סוגי קולות שונים, בעלי אפיון זויגי, התנהגותי ועונתי. נוסף על כך, נמצא כי אצל השלדג לבן־החזה קיימת דו־צורתיות זויגית המתבטאת בהבדלים בהפקת הקולות ובביטוי של צבע הנצות: הזכרים בעלי גוון כחול רווי יותר ובעלי גוון חום כהה יותר ביחס לנקבות. יתר על כן, נמצא כי תכונות אלה, של שירה וצבע, מנבאות את הצלחת הרבייה בצורה מובהקת: זכרים בעלי קצב הברות גבוה בשירת long trill נטו להיות בעלי מספר ביצים גדול יותר בתטולה בקינם, וזכרים בעלי גוון כחול יותר או בעלי צבע חום כהה יותר נטו גם הם להיות בעלי הצלחת רבייה גבוהה יותר.

הברירה הזויגית היא כוח מניע להיווצרות מגוון תכונות מוחצנות בעולם החי. אותות סקסואליים (sexual signals), כלומר, אותות המשפיעים על תהליכי בחירת בן הזוג ועברו התאמות בהתאם לכך, הם גורם משמעותי ביצירת המגוון העשיר הנגלה לעינינו בטבע. אותות סקסואליים יכולים להיות קוליים, חזותיים או התנהגותיים, והם מאופיינים בדו־צורתיות זויגית וביכולתם לנבא את הצלחת הרבייה.

שלדג לבן־חזה הוא מין יציב ונפוץ מאוד בישראל, המתאפיין בצבעים עזים ובשירה חזקה ומגוונת. באופן מפתיע, על אף תכונות בולטות אלה והיותו טורף כוללן (generalist), קיים מידע מחקרי מועט על אקולוגיית המין. במחקר זה בחנו את אקולוגיית הרבייה של השלדג לבן־החזה, את קיומה של דו־צורתיות זויגית בדגש על שירה וצבע, ואת תפקיד השירה והצבע כאותות סקסואליים במין זה. לצורך כך, במהלך שתי עונות קינון בשנים 2016–2017 ביצענו מעקב, ניטור ודגימה של 52 קינים פעילים של שלדג לבן־חזה באזור אגמון החולה.

ממצאי המחקר האקוסטי הראו כי לשלדג לבן־החזה קיים

מילות מפתח

אבולוציה, אותות סקסואליים, דו־צורתיות זויגית, הצלחת רבייה

רקע

אחת השאלות המרכזיות העומדות בבסיס המחקר בביוֹלוגיה האבולוציונית, קשורה לשאלה מה הם הכוחות המניעים את האבולוציה של אותות סקסואליים משוכללים (sexual signals) ואת העדפתם על ידי הנקבות (Darwin, 1871; Andersson, 1994). אותות סקסואליים הם תכונות נבררות (משתמרות במהלך האבולוציה) המשפיעות על תהליכי בחירת בני זוג, והן יכולות להיות קוליות, חזותיות או התנהגותיות. באופן מפתיע, נמצא שהתכונות הללו פוגעות בשרידות הפרט הנושא אותן, עובדה שהעלתה קושי בהבנת ההשתמרות שלהן בתהליכים של ברירה טבעית (Darwin, 1859). מספר שנים מאוחר יותר העלה דרווין עצמו את הרעיון כי התכונות האלה אכן פוגעות בשרידות הפרט, אך השתמרותן קשורה לשיפור הצלחת הרבייה (Darwin, 1871). פיתוח התאוריה הזו הביא, בין היתר, להתבססות מספר תאוריות, המנסות להסביר מהם הכוחות המניעים את ההתפתחות וההשתמרות של האותות הסקסואליים, והבולטות שבהן הן 'עקרון ההכבדה' של אמוץ זהבי (Zahavi, 1975) ו'עקרון כדור השלג' של פישר (Fisher, 1930). ללא כל תלות במנגנון המסביר את השתמרות האות, אנו מצפים כי האותות יתאפיינו בדו־צורתיות זוויתית, בקיום מתאם חיובי עם מדדי הצלחת רבייה ובניבוי דפוסיים של בחירת בני זוג (Andersson, 1994; Vortman et al., 2011). בשנים האחרונות יותר ויותר מחקרים מצביעים על כך שנקבות מבססות את הבחירה הזוויתית שלהן על ריבוי אותות סקסואליים מסוגים שונים (Candolin, 2003; Vortman et al., 2013). השלדג לבן־החזה (*Halcyon smyrnensis*) מתאפיין הן בצבעים עזים הן בהפקת שירה קולנית ומגוונת, עובדה המרמזת על כך שהשירה והצבע עשויים לשמש אותות סקסואליים, ועל כן התמקדנו במחקר זה בתפקיד הקוליות והצבע כאותות סקסואליים אצל שלדג לבן־החזה.

שירת ציפורים ותפקידה כאות סקסואלי

קולות ציפורים הם אותות עשירים מבחינה תפקודית, ומשמשים במגוון רחב של הקשרים התנהגותיים, כגון מאבקים טריטוריאליים (Baker, 2004), חיזור (Warrington et al., 2014), תקשורת בין הורים וצאצאים (Lefevre et al., 1998), תקשורת עם שכנים (Radford, 2005), שיחור לטרף, האכלה (Evans and Evans, 2007), שיוך לקבוצה וזיהוי פרטים (Keen et al., 2013). חשיבות שירת הזכר אצל ציפורים מתבטאת בשני מישורים עיקריים: אטרקטיביות במציאת זיווג והגנה טריטוריאלית אל מול זכרים אחרים, ועל כן היא בעלת קשר הדוק לברירה הזוויתית (Catchpole and Slater, 1995; Gil and Gahr, 2002). בהתאם לכך, שירת הציפורים נמצאה כמנבאת הצלחת רבייה אצל מגוון גדול

של ציפורים (Gil and Gahr, 2002). המגוון התפקודי של קולות הציפורים מסמן כי ניתן לקבל מידע רב על התנהגותן באמצעות חקר התקשורת הקולית שלהן. עם זאת, ציפורים שאינן משתייכות לסדרת ציפורי השיר (non-passerine), כדוגמת השלדג לבן־החזה (סדרת הכחלאים), לרוב אינן מאופיינות בשירה ארוכה, וניתן לראות אצלן שימוש בקולות קצרים ופשוטים במגוון של הקשרים התנהגותיים (Khan and Qureshi, 2017). בהשוואה לציפורי שיר, שהתנהגותן התקשורתית מתוארת היטב בספרות, מערכת התקשורת מבוססת הקולות אצל ציפורים מכל הסדרות שאינן ציפורי שיר זוכה לתשומת לב פחותה יחסית בתחום הביו־אקוסטיקה (Grieves et al., 2015).

צבע הנוצות ותפקידו כאות סקסואלי

העופות הם בעלי החוליות היבשתיים המציגים את מגוון הצבעים הגדול ביותר בתחום הנראה לבני האדם (Stoddard and Prum, 2011). לצבעי הנוצות של העופות תפקודי איתות רבים ושונים, בין אם בתקשורת הבין־מינית, כצבעי הסוואה ואזהרה, ובין אם בתקשורת התוך־מינית, כאות חברתי או במשיכת בני זוג (יום טוב, 2014; Hill and McGraw, 2006; Stoddard and Prum, 2011). בעוד תפקיד צבעי הנוצות נחקר רבות אצל מגוון מיני עופות, הכוחות האבולוציוניים המשמרים את הצבעים הבולטים במין שלדג לבן־החזה לא נחקרו מעולם.

שלדג לבן־החזה בישראל

שלדג לבן־החזה הוא טורף כוללן (generalist), יציב (שאינו נודד) ונפוץ מאוד בישראל, בעל תפקיד אקולוגי חשוב (ענבר, 1996). למין תפוצה אוריינטלית רחבה, ולאורך השנים קיימת מגמת התרחבות בגודל אוכלוסיית המין ובתפוצתו, יחד עם התרחבות התיישבות האדם ושטחי החקלאות (del Hoyo and Collar, 2014). מגמה עולמית זו של התרחבות נכונה גם עבור האוכלוסייה בישראל (Tristram, 1866). עם זאת, המין מעולם לא נחקר באופן אקדמי בישראל, ומעטים המחקרים שנעשו עליו בעולם. נוסף על כך, השלדג לבן־החזה מתאפיין באותות בולטים – של צבעים עזים ושירה חזקה ומגוונת – המרמזים על תפקיד בהעברת מסר לבני מינו, ייתכן שבתהליך של ברירה זוויתית. עד כה לא תואר תפקיד השירה וצבעי הנוצות בחיזור או כאות כלשהו במין זה.

שיטות וחומרים

אוכלוסיית המחקר

המחקר בוצע על אוכלוסיית תת־המין שלדג לבן־החזה הקיימת בשטחי אגמון החולה ובשטחי החקלאות המקיפים

אותו. בשתי עונות הקינון של המחקר (2016–2017) בוצע מעקב אחר 52 קינים פעילים של מין זה.

עבודת שדה

המחקר נערך בסביבת פארק אגמון החולה (N35°36';E33°06') בתחום המשתרע על כ־20 קמ"ר ומכיל בתוכו מרחבים פתוחים לצד שטחי חקלאות מעובדים ומתחמי תיירות. בשלב הראשון בוצע ניטור יום-יומי של שטח המחקר לצורך מיפוי אזורי קינון וטריטוריות פוטנציאליות. מאמצי המיפוי והתצפיות אפשרו מעקב אחר בניית הקן, מיפוי מדויק של קינים פעילים ושל נתיבי תעופה אופייניים לכל קן. בסביבת כל קן ועל בסיס נתיבי התעופה שנלמדו, נעשתה לכידה של פרטים. כל פרט נדגם (דגימת נוצות ודגימת דם), צולם, סומן והותקן עליו משדר. הפרט טובע בטבעת תקנית וממוספרת, שהוצמד אליה שבב זיהוי פסיבי RFID12 מ"מ. כדי לזהות את הפרט בשטח צופו טבעת המתכת והשבב בסרט צבעוני דביק, והרגל השנייה טובעה בטבעת דגל צבעונית (INTERREX - Coloured leg flag) במשקל 3.4–3 גרם, המשרים את הבהירות של 4 שניות (Toledo et al., 2014). הצמדת המשדר נעשתה באחת משתי שיטות: הדבקה לגב בדבק כירורגי (Permatype) או חיבור רתמת-רגל על גב השלדג (Naef-Daenzer leg-loop) (Naef-daenzer, 2007).

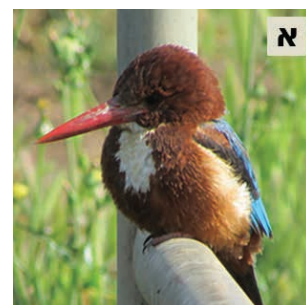
מידות מורפולוגיות ודגימות

הפרטים שנלכדו נשקלו, ונמדדו אורך הכנף, הזנב והמקור שלהם. מכל פרט שנלכד נלקחה דגימת דם מווריד הכנף, והיא הוכנסה למבחנה המכילה 1 מ"ל בופר עם 2% SDS (Sodium dodecyl sulfate) (White and Densmore, 1992). איסוף מדדי הצבע נעשה בשתי שיטות: א. צילום נוצות – כל פרט צולם במספר אזורים נבחרים, וכל אזור

צולם פעמיים כדי לתקן את הבדלי החשיפה לאור. הצילומים נעשו בסביבה עם חשיפה מופחתת לאור כדי לאפשר להבזק המובנה של המצלמה להיות מקור האור העיקרי. הפרט שצולם הונח על משטח רקע אפור 18%, ובכל חשיפה הונח לצידו כרטיס איזון לבן (Vortman et al., 2011). ב. דגימת נוצות מארבעה אזורים – נוצות לבנות מהחזה, חומות מהבטן, כחול-טורקיז מהסוככות בגב העליון וכחולות מהגב התחתון נדגמו מכל פרט, והונחו על כרטיס אינדקס לבן ששימש לניתוח הצבע בספקטרומטר.

תצפיות והקלטות

הקלטת הקולות התבצעה לאורך כל השנה. סימון הפרטים בטבעות צבעוניות אמור לאפשר לנו לזהות את הפרט המוקלט ולבצע שיוך לקן, אך תנוחת העמידה של השלדג לבן-החזה (איורים 1א, 1ב) לא אפשרה זיהוי אינדיווידואלי של הפרטים המוקלטים שתועדו בעונת הקינון הראשונה (2016). מאחר שהרגליים מכוסות ושורש הרגל (tarsus) מוסתר, גם שעות רבות של הקלטה ותצפיות לא אפשרו זאת. פריצת הדרך הגיעה עם ההבחנה כי עמידה של הפרט על משטח ישר (איורים 1ג, 1ד) משנה את מנח גופו, וגורמת לעמידה מתוחה ולחשיפה ברורה של שורש הרגל, בניגוד לעמידה על כבל, מקל או ענף, המאפשרת מנח גוף מכוסה והסתרה של הטבעת. שינוי עמדות הנחיתה בהתאם לכך אפשר את זיהוי טבעות השלדגים ממרחק או בצילום, ובהמשך גם קישור בין נתוני הפרט, נתוני השירה ונתוני הקינון שלו. נוסף על כך, נערך סקר אקוסטי עקבי של תיעוד קולות השלדג שהושמעו ברחבי שטח המחקר. ההקלטות נעשו באמצעות מכשיר הקלטה דיגיטלי (Marantz PMD661MKII) תוך שימוש במיקרופון כיווני (Sennheizer ME67 long shotgun). כל ההקלטות נדגמו בקצב דגימה של 44,100 דגימות לשנייה ונשמרו בפורמט קובץ wav.



איור 1

חשיפת רגלי שלדג לבן-החזה בעמדות השונות

א, ב: שורש הרגל של השלדג לבן-החזה מוסתר כאשר הוא עומד על גוף צר כדוגמת ענף, דבר המקשה על זיהוי הפרט.
ג, ד: עמדות נחיתה שטוחות, שהותקנו לקראת עונת הקינון השנייה (2017), מאפשרות את חשיפת טבעות הרגליים וזיהוי הפרט.
(צילום: דנה סלע-קליין, מצלמת מחקר).

שיטות מולקולריות

הפקת DNA גנומי מדגימות הדם נעשתה באמצעות QIAGEN DNeasy® Blood&Tissue kit או באמצעות Genaid Blood/Tissue DNA kit. לצורך זיהוי זווית ביצענו הגברת מקטעים ספציפיים מהגן, chromo-helicase- DNA-binding (CHD-Z, CHD-W) המשמשים אתרים לזיהוי זווית. לצורך כך השתמשנו בסט פריימרים P2/P8, בהתאם לכרוטוקול של Griffiths ושות' (1998).

ניתוח אקוסטי

מתוך ההקלטות שבוצעו בשתי עונות הקינן 2016–2017, נגזרו ותויגו מקטעי הקולות בעלי האיכות הגבוהה. גזירת המקטעים נעשתה בתוכנת Audacity (Mazzoni and Dannenbergand, 2014) ועבור כל מקטע צוינו סוג הקול, מיקום ההקלטה או שיוך לקן, התנהגות הפרט, מספר הטבעת שלו (אם התאפשר זיהוי) ושלב הרבייה שלו. ניתוח אקוסטי וכמותי של מקטעי קולות השלדג נעשה באמצעות תוכנת Avisoft SASLab Pro (Avisoft, 2004) (Specht).

בניית רפרטואר קולות

תיאור הרפרטואר הקולי של השלדג לבן־החזה נעשה בשתי גישות: בתחילה כל קטע קול תויג קטגוריאלית על פי שמיעת החוקר בשטח. בהמשך ביצענו ויזואליזציה באמצעות אלגוריתם t-SNE (t-distribution Stochastic Neighbor Embedding) (van der Maaten and Hinton, 2018).

2008), כדי לבדוק אם ניתן להבחין בין הקולות בצורה כמותית, בהתבסס על הפרמטרים האקוסטיים המאפיינים אותם, ואם האשכולות של הקולות השונים המתקבלים באופן אובייקטיבי מהאלגוריתם וההמחשה שלהם על מפה דו־ממדית מאמתים את חלוקת הקולות לקטגוריות על בסיס השמיעה האנושית.

ניתוח צבע

השלדג לבן־החזה נושא נוצות כחולות (כחול וטורקיז), חומות ולבנות. נוצות כחולות, באופן ספציפי, עשויות להחזיר אור גם בטווח ה־UV של הספקטרום. כדי לאפיין באופן כמותי את צבע הנוצות השתמשנו בשתי גישות משלימות: ספקטרומטר 200–1100nm (Flame-S, Ocean Optics) וצילום דיגיטלי באמצעות Canon EOS 1200D. הצילום הדיגיטלי אומנם מאפשר מדידת צבע משטחים גדולים ומורכבים במקומות שאי אפשר לדגום (למשל מהמקור) או שנעדיף לא לדגום (למשל מנוצות התעופה), אך הוא חסר רגישות לטווחי ה־UV של הספקטרום, מדויק פחות ומושפע מתנאי התאורה הסביבתיים. מאחר שכך, נוסף על צילום של כל פרט נלקחה גם דגימת נוצות (מדידות מורפולוגיות ודגימה לעיל) לצורך מדידת ההחזרה, כולל בטווח ה־UV של הספקטרום (300–390nm). חשוב להדגיש כי כדי לא לפגוע בכשירות הפרט, נדגמו רק נוצות צורה ולא נוצות תעופה או נוצות זנב. באמצעות תוכנת Hirundo (Vortman et al., 2011) נערך תַקנן לאיזון צבע של כל צילום, והחזרת ה־RGB

תכונה	זווית	n	ממוצע	שגיאת תקן (SE)	F	df	P
משקל (גרם)	זכרים נקבות	43 25	96.96 101.24	0.885	5.869	65	0.0182
כנף (מ"מ)	זכרים נקבות	45 31	124.87 125.73	0.308	2.093	73.56	0.1575
זנב (מ"מ)	זכרים נקבות	45 30	89.35 90.42	0.349	2.293	72.14	0.1344
אורך מקור (מ"מ)	זכרים נקבות	44 30	71.97 71.7	0.289	0.233	71.55	0.6308
רוחב מקור (מ"מ)	זכרים נקבות	43 31	16.08 16.09	0.081	0.006	71.05	0.9375

טבלה 1

דו־צורתיות זוויתית במדדי הגוף של שלדג לבן־החזה

ארבעה חודשים, מתהליך החיזור ועד סיום הטיפול ההורי מחוץ לקן. באמצעות ניטור תכוף של הקינים עקבנו אחר אקולוגיית הרבייה של השלדג לבן-החזה במשך שנתיים רצופות (2016–2017). בעונת הקינון 2016 נוטרו 26 קינים פעילים, מתוכם 24 הגיעו לשלב בקיעה (92.3%), ו-23 הגיעו לשלב פריחה (88.5%). בעונת הקינון 2017 נוטרו 26 קינים פעילים, מתוכם 22 הגיעו לשלב בקיעה (84.6%), ו-20 הגיעו לשלב פריחה (76.9%). בהתבסס על סקרים אלה אנו מתארים כאן את מאפייני הרבייה של אוכלוסייה זו (טבלה 2). לכל אחד מהזוגות באתר המחקר שלנו הייתה תטולה אחת בלבד בעונת הרבייה.

פרטואר קולות

במהלך ניתוח הקולות, באמצעות ספקטרוגרמות ושמיעה, הצלחנו להבחין ב-13 קולות שונים של השלדג לבן-החזה (איור 2). כדי לתקף את החלוקה לקולות, שנעשתה על סמך הקשבה ותצפית, נערכה בחינה אובייקטיבית של הפרדת הקולות באמצעות אלגוריתם אוטומטי t-SNE (t-distribution Stochastic Neighbor Embedding, van der Maaten and Hinton, 2008) בהתבסס על נתוני הניתוח הספקטריים. השימוש בשיטת t-SNE הראה סיווג והפרדה של הקולות באופן דומה להגדרתם על בסיס שמיעתי. בעוד ש-trill long (רטט ארוך) הוא קול מובדל באופן מובהק משאר הקולות, בין הקולות rattle (להג צורמני) ו-alert (אזהרה) קיימת לעיתים חפיפה והם פחות מובחנים זה מזה. בחינת שכיחות השמעת הקולות הראתה כי שלושת הקולות הללו היו המושמעים ביותר, והם מהווים כ-70% מסך הקולות שנספרו. יתר על כן, שיאי שכיחות השמעת קולות של long trill נמצאו בהתאמה לשלבים שונים בעונת הרבייה: עם מספר הקינים הנמצאים בשלב החיזור (שלב זה כולל את ההתכנסות לטריטוריות, בניית הקן והזדווגויות) ($R=0.434$, $n=42$, $P<0.004$), עם מספר הקינים שהביצים בהם בקעו והגוזלים נמצאים בשלב הטיפול ההורי בקן ($R=0.469$, $n=42$, $P<0.002$), ועם מספר הקינים שהגוזלים בהם פרחו ונמצאים בשלב הטיפול ההורי מחוץ לקן ($R=0.465$, $n=42$, $P<0.002$). כלומר, בעונת הקינון נשמעו שירות long trill בשכיחות רבה יותר מאשר בשאר עונות השנה.

דו־צורתיות זוויתית בקולות

התעמקות נוספת וממוקדת בקולות השכיחים של השלדג לבן-החזה בדקה את שכיחות השמעת הקולות long trill ו-rattle על ידי הזכרים והנקבות. לשם כך השתמשנו רק בקולות מוקלטים שהצלחנו לשייכם לפרטים מזהים (באמצעות שילוב הצבעים בטבעות הרגל). מתוך 31 הקלטות long trill עם זיהוי של הפרט המבצע, 28 הופקו על ידי זכרים ו-3 הופקו על ידי נקבות; נראה כי זכרים נוטים

של כל אזור שנבחן נרשמה. החזרת האור נמדדה באחוזים והומרה למדדי גוון, רוויה ובהירות (Hue, Saturation, Brightness) בעזרת PAVO Package בתוכנת R (Maia et al., 2013). המרת נתוני ההחזרה למדדי גוון הייתה שונה עבור צבעים שונים: עבור גוון הבטן החומה השתמשנו ב-Hue3 (חצי מההחזרה בתחום שבין 600–730 ננומטר) ואילו עבור הנוצות בעלות הגוון הכחול השתמשנו בפונקציה Hue1 (אורך הגל בשיא ההחזרה).

תוצאות

לכידות ומורפולוגיה

במהלך עונות הקינון 2016–2017 נלכדו 90 פרטים בוגרים ו-142 גוזלים. ניתוח מדדים מורפולוגיים התבסס על אוכלוסיית השלדגים הבוגרים שנדגמה, תוך הסרת לכידות חוזרות באותה העונה, מדידות שגויות או חריגות ונקבות במועד סמוך להטלה ($n=78$). נמצא מתאם בין חלק מהתכונות המורפולוגיות לתכונות מורפולוגיות אחרות: משקל ואורך הכנף ($R=0.29$, $n=70$, $P=0.014$), משקל ואורך הזנב ($R=0.36$, $n=70$, $P=0.002$), וגם אורך הזנב ואורך הכנף ($R=0.63$, $n=77$, $P<0.0001$). עם זאת, לא נמצא מתאם בין אף אחת מתכונות אלה לאורך המקור ($R<0.22$, $P=n.s.$), בעוד שיש מתאם בין אורך המקור ורוחב המקור ($R=0.29$, $n=76$, $P=0.01$).

דו־צורתיות זוויתית במדדי הגוף

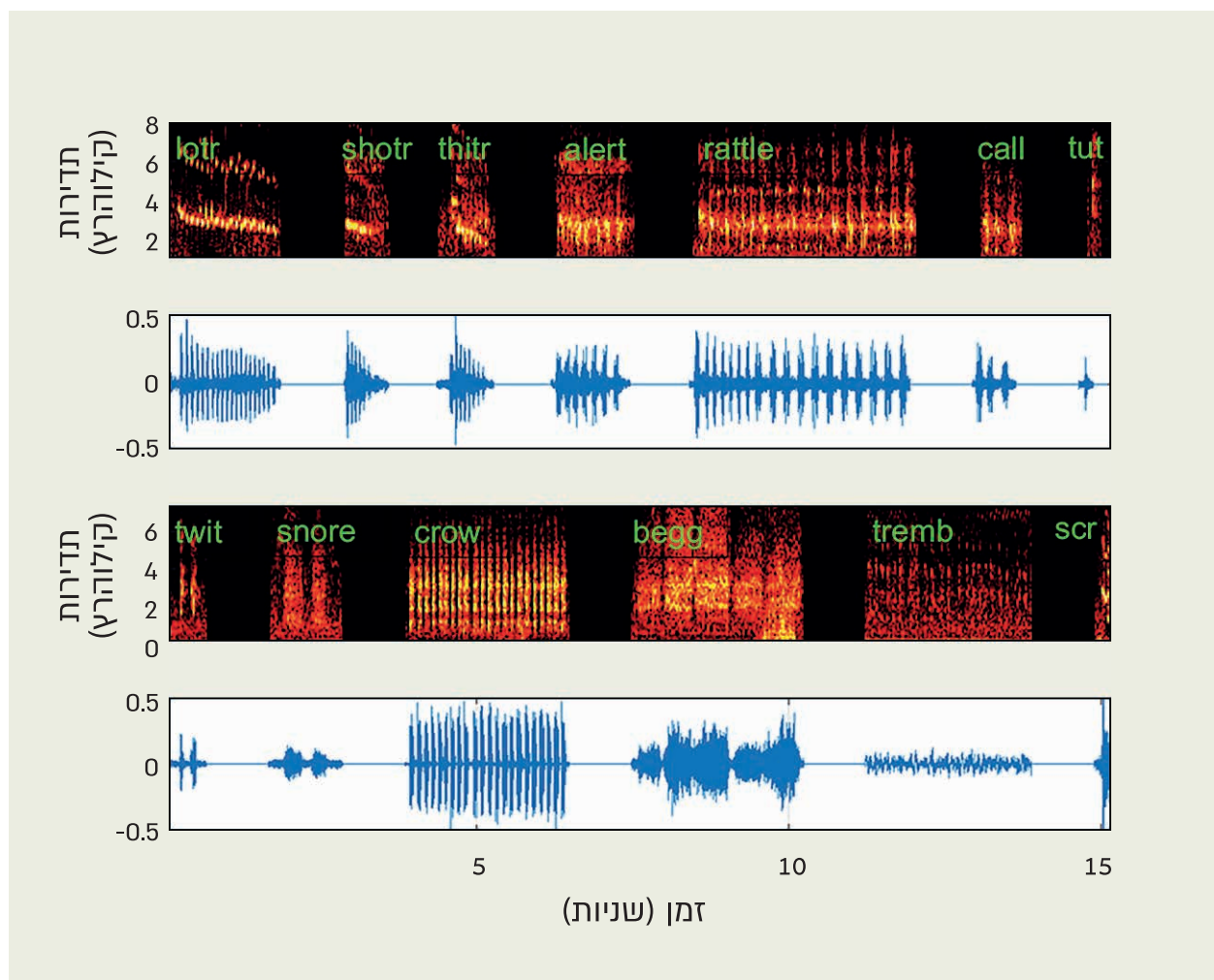
בדיקה נוספת של הממצאים המורפולוגיים בחנה אם התכונות האלה מציגות דו־צורתיות זוויתית, כלומר אם הביטוי שלהן שונה אצל זכרים ונקבות. מכל התכונות שהוזכרו לעיל, המשקל היה התכונה היחידה שהפגינה דו־צורתיות זוויתית משמעותית, מאחר שנקבות שקלו באופן מובהק יותר מזכרים. כדי לוודא שהבדלי המשקל אינם מוטים מנשיאת ביצה בצינור הביצים, הוצאנו מניתוח המשקל את נתוני כל הנקבות שהיו במהלך ההטלה או ממש לפנייה. גם לאחר הסרתם, הדו־צורתיות במשקל נותרה משמעותית (טבלה 1). יתר על כן, הבדלים בין הזוויגים באורך הכנף ובאורך הזנב מראים מגמה דומה (נקבות נוטות להיות גדולות יותר), אם כי השוני בין הזוויגים אינו מובהק (טבלה 1). בעקבות הממצאים בדקנו אם גם הגוזלים שבקן (בגילי 17–23 יום) מראים הבדלי משקל בין הזוויגים. מצאנו כי גוזלי הנקבות והזכרים מציגים מגמה דומה (נקבה: $n_f=56$, ממוצע $\pm$ שגיאת תקן $=101.03 \pm 0.92$; זכר: $n_m=46$, ממוצע $\pm$ שגיאת תקן $=96.53 \pm 1.27$; $F_{1,77}=3.21$, $P=0.077$; $\#nest_{random}=33$).

אקולוגיית הרבייה של השלדג לבן-החזה באגמון החולה
עונת הקינון של השלדג לבן-החזה נמשכת שלושה עד

שנה	n	טווח	ממוצע	סטיית תקן (SD)	
2016	24	6-3	4.96	0.75	גודל
2017	25	6-4	5.04	0.79	תטולה
2016	24	24-22	23	0.42	זמן דגירה (ימים)
2017	21	28-24	26.24	1.04	
2016	13	26-22	23.69	1.18	גיל פריחה (ימים)
2017	30	27-22	22.85	1.39	

טבלה 2

אקולוגיית הרבייה של השלדג לבן־החזה באגמון החולה



איור 2

רפרטואר הקולות של השלדג לבן־החזה

סוגי קולות שונים אשר זוהו אצל השלדג לבן־החזה: Long trill (lotr), Short trill (short), Thin trill (thitr), Alert, Rattle, Call, Tut, Twittering (twit), Snore, Crowing (crow), Begging (begg), Trembling (tremb), Scream (scr).

באזורים הכחולים של השלדג לבן-החזה לזכרים יש נוצות כחולות רוויות (saturated) ובהירות יותר באופן מובהק מאשר לנקבות. ניתוחי נוצות הגב העליון והתחתון הציגו תוצאות דומות כאשר נותחו באמצעות ספקטרומטר בעל רגישות לתחום ה-UV, וכאשר נותחו באמצעות צילום דיגיטלי (צילום דיגיטלי: $t=5.19$, $n_m=27$, $n_f=25$, $P<0.0001$; איור 3א, ניתוח ספקטרומטר: $F_{1,71.54}=5.31$, $n_m=44$, $n_f=30$, $P=0.0241$). יתר על כן, גם כאשר מנתחים את כל האזורים הכחולים, כולל אברות היד (באמצעות צילום דיגיטלי), הזכרים כחולים יותר מהנקבות ($F_{1,15}=3.9$, $n_m=8$, $n_f=10$, $P=0.066$). גם בצבע החום של הנוצות קיימת דו־צורתיות זוויגית. הצבע החום של נוצות הבטן אצל הזכרים כהה ורווי יותר באופן מובהק ביחס לנקבות. תוצאות דומות התקבלו בשימוש בשתי שיטות ניתוח הצבע (צילום דיגיטלי: ניתוח ספקטרומטר: $F_{1,68}=7.035$, $n_m=42$, $n_f=29$, $P=0.009$).

שירה וצבע כמנבאי הצלחת רבייה

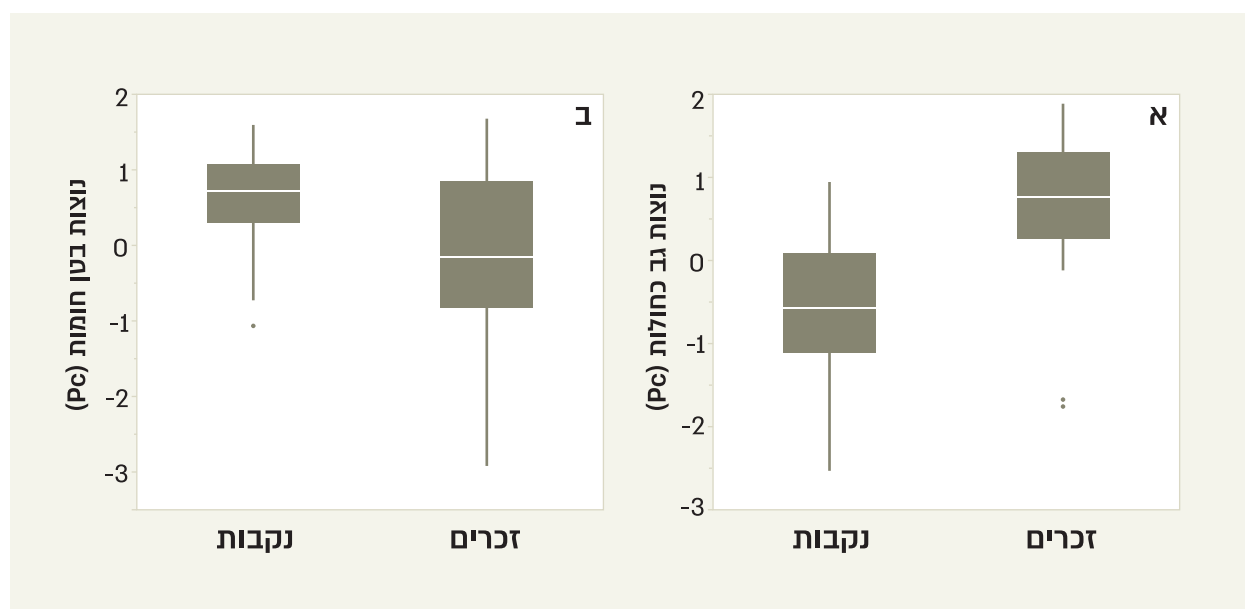
צבעי נוצות השלדג, כמו גם קול long trill, מציגים דו־צורתיות זוויגית. בהתאם לכך, בדקנו אם יש מתאם בין התכונות האלה למדדי הצלחת הרבייה של הזכרים ושל הנקבות.

במספר גדול של פרמטרים אקוסטיים שונים בשירת long trill קיים מתאם בין פרמטרים מבניים לספקטריים.

יותר להשמיע long trill ($P<0.0001$), בהנחת התפלגות בינומית של 0.5). מתוך 7 קריאות מזוהות של הקול rattle, 5 הופקו על ידי נקבות ו-2 הופקו על ידי זכרים ($P=0.164$). בהנחת התפלגות בינומית של 0.5). בהמשך לכך, נבחנו הבדלים במאפייני השירה בין הזוויגים, מתוך ההקלטות שאפשרו ניתוח אקוסטי. מאחר שמספר הנקבות המזוהות שתועדו מבצעות שירת long trill היה נמוך ($n=3$) אל מול מספר הזכרים שתועדו וזהו ($n=21$), ברוב המאפיינים היה קושי באיתור הבדלים מובהקים בין מאפייני שירת הזכרים והנקבות. עם זאת, נמצא שנקבות מבצעות שירת long trill בקצב איטי יותר באופן מובהק (נקבות: $n_f=3$, ממוצע $\pm$ שגיאת תקן $=13.3\pm0.19$; זכרים: $n_m=21$, ממוצע $\pm$ שגיאת תקן $=14.3\pm0.19$, $p<0.026$ Wilcoxon Rank test).

דו־צורתיות זוויגית בצבע

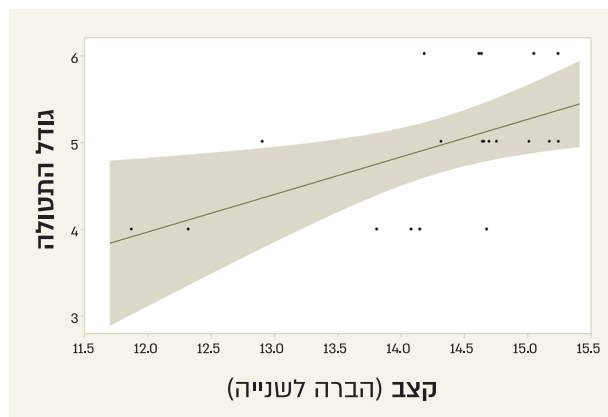
בבחינת תחומי החזרת האור בשלושה אזורי צבע, נמצא כי הצבע הטורקיז מסוככות הגב העליון (מוגדר אזור מס' 9) מראה החזרה בתחום ה-UV (320–400nm) ובתחום הנראה (400–450nm). נוצות הגב התחתון הכחולות (מוגדר אזור מס' 10) גם הן מראות החזרה בתחום ה-UV, אך שיא ההחזרה נמצא בגבולות התחום הנראה (400–450nm). נוצות הבטן החומות מראות החזרה בתחום הנראה (450–750nm) ואף מעבר לגבולות התחום הנראה (750nm).



איור 3

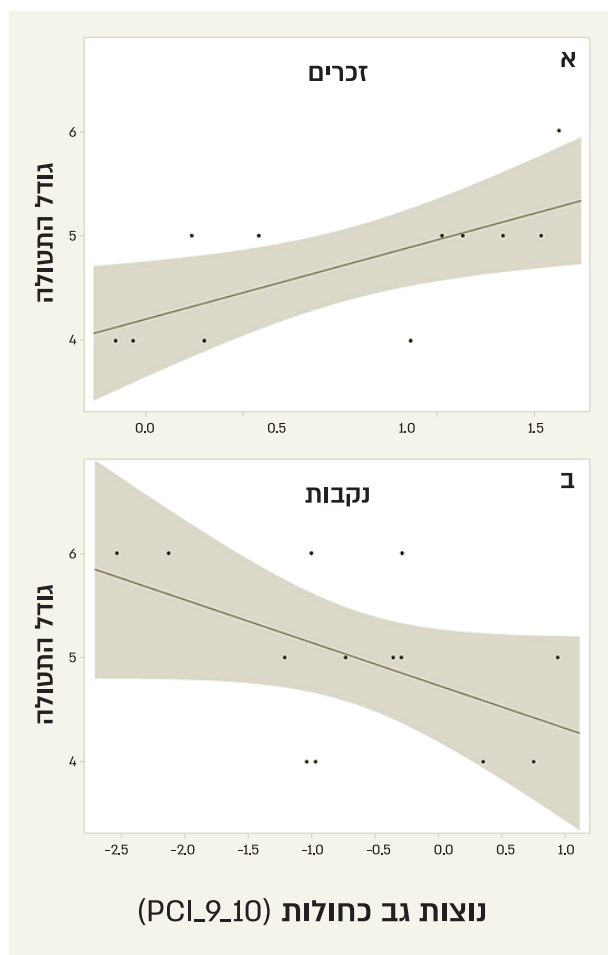
דו־צורתיות זוויגית בצבע הכחול והחום של נוצות השלדג לבן-החזה

בניתוח הצילום הדיגיטלי נמצא כי קיימת דו־צורתיות זוויגית מובהקת הן בצבע הכחול הן בצבע החום של הנוצות: א. בגוונים הכחולים (הכחול והטורקיז) ערכים גבוהים מעידים על צבע כחלחל ובהיר יותר. ב. בצבע החום ערכים נמוכים יותר מעידים על חום כהה ורווי יותר. מגמות זהות נמצאו גם בניתוח ההחזרה בספקטרומטר.



איור 4

קצב שירת long trill כמנבא הצלחת רבייה
קשר בין קצב ההברות בשירת long trill אצל הזכרים למספר הביצים בקן



איור 5

קשר בין הצבע הכחול של נוצות השלדג לבן־החזה לגודל התטולה
קשר בין הצבע הכחול של נוצות הגב התחתון (מס' 10) והצבע הטורקיז בסוככות בגב העליון (מס' 9) לגודל התטולה אצל א. זכרים, ב. נקבות.

באמצעות קריטריון Akaike בחרנו את מודל הפרמטרים של long trill, המנבאים הצלחה רבייה, עם ציון AICc הנמוך ביותר. שילוב של קצב גבוה עם רוחב פס גדול נמצא כמנבא המובהק ביותר של גודל התטולה, ובעל ציון AICc הנמוך ביותר ($F_{1,17}=6.35$, $P<0.008$, איור 4).

נוסף על כך, בדקנו אם צבע הנוצות מנבא את הצלחת הרבייה. נמצא מתאם חיובי מובהק בין הצבע הכחול של הזכרים לגודל התטולה, ולזכרים בעלי צבע כחול רווי ובהיר יותר נמצא שיש יותר ביצים בקן ($r_s=0.739$, $n=11$, $P=0.009$). מגמה הפוכה, אם כי לא מובהקת, נמצאה אצל הנקבות. לנקבות בעלות צבע כחול רווי יותר יש מספר ביצים קטן יותר בקן ($r_s=-0.39$, $n=13$, $P=0.18$, איור 5ב), ובבחינה נפרדת של הצבע הכחול בנוצות הגב התחתון נמצא מתאם מובהק בינו לבין מספר ביצים קטן יותר בקן ($r_s=-0.68$, $n=13$, $P=0.01$).

מאידך גיסא, מגמה שלילית, אם כי לא מובהקת, נמצאה בין הצבע החום של נוצות הבטן אצל זכרים, כאשר לזכרים חומים יותר, יש מספר ביצים גדול יותר בקן ($r_s=-0.4$, $n=12$), $P=0.19$. הצבע החום אצל הנקבות לא נמצא בהתאמה מובהקת עם גודל התטולה ($r_s=0.05$, $n=13$, $P=0.865$). לא נמצא מתאם בין תאריך ההטלה לגודל התטולה, ככל הנראה בשל היות המין מקומי ויציב. נמצא מתאם בין צבע הנוצות החום אצל הנקבות לתאריך ההטלה, ונקבות כהות יותר מתרבות מוקדם יותר בעונה ($r_s=0.741$, $n=13$), $P=0.0038$. בשל מגבלות הגודל של המדגם, הכולל שילוב שלוש תנונים עבור פרטים מזוהים (צבע, שירה מזוהה, מספר ביצים משויכות), היה קושי לבצע מבחן של ריבוי אותות.

דיון

מהמחקר עולה כי אצל תת־המין שלדג לבן־החזה קיימת דו־צורתיות זוויתית המתבטאת במאפיינים חזותיים, כמו נקבות גדולות יותר וזכרים כחולים וחומים יותר, ובמאפיינים התנהגותיים, היות שזכרים שרים יותר מנקבות, והם היחידים שמבצעים 'האכלת חיזור'. כמו כן, חלק מהתכונות הללו נמצאו כמנבאות הצלחת רבייה.

דו־צורתיות הפוכה בגודל

הספרות המצומצמת על השלדג לבן־החזה מציינת, ברוב המקרים, כי מדובר במין חד־צורתי, כלומר שאין הבדל בין מופע הזכר ומופע הנקבה (Cramp et al., 1983; Ali et al., 2010; Fry and Fry, 2010). למרות זאת, כאן אנו מראים כי מספר תכונות שונות אצל השלדג לבן־החזה מציגות דו־צורתיות זוויתית מובהקת. פרמטר המשקל מראה דו־צורתיות זוויתית הפוכה, היות שנקבות שוקלות יותר מזכרים. הבדל

זה בין הזוויגים ניכר כבר בשלב מוקדם, בעודם גוזלים בקן, ואינו קשור במיוחד לתקופת הקינון והטלת הביצים. באופן מפתיע, הבדלים אלה לא באים לידי ביטוי באופן מובהק באורך הכנף, אף על פי שקיימת מגמה עקבית כזו.

רפרטואר הקולות של השלדג לבן־החזה

רפרטואר הקולות אצל ציפורים שאינן ציפורי שיר נחקר פחות מזה של ציפורי שיר. על פי ממצאי המחקר שלנו אנו יכולים לקבוע כי לשלדג לבן־החזה קיים רפרטואר מגוון המורכב לפחות מ־13 קולות שונים. סיווג הקולות הראשוני, שנעשה על בסיס שמיעה והקשר התנהגותי, אומת באמצעות אלגוריתם אוטומטי המבצע הפחתת ממדים וויזואליזציה. המפה הדו־ממדית המתקבלת מניתוח אובייקטיבי זה הציגה הגדרה ברורה של רוב הקולות. מבין הקולות שהוגדרו, קולות *long trill*, *long trill* ו־*alert* נשמעו בשכיחות הגבוהה ביותר (מסך הקולות שהוקלטו: *long trill* 37.84%, *long trill* 32.11%, *long trill/alert*). מעניין היה לגלות כי גם הזכרים וגם הנקבות מפיקים את הצלילים הנפוצים, ובהקשר לכך חשוב לציין כי שירה נקבית אצל עופות נחקרה פחות, והמידע הקיים עליה מועט (Wilkins et al., 2020). נראה כי קול ה־*rattle* החזק נפוץ יותר אצל הנקבות, אולם אין ביכולתנו לקבוע באופן מוחלט את תפקידו. עם זאת, העובדה שהוא מושמע יותר בסוף עונת הרבייה, בייחוד בשלב הטיפול ההורי, ושלא נמצא מתאם בינו לבין מדדי הצלחת הרבייה, תומכת בכך שהוא משמש לתקשורת, וכחות סביר שהוא משמש לחיזור. מנגד, שירת *long trill* מושמעת בעיקר ובאופן מובהק על ידי הזכרים, והם שרים בקצב מהיר יותר. נוסף על כך, נמצא מתאם בין קצב שירת *long trill* ורוחב הפס אצל הזכרים ובין הצלחת הרבייה. כלומר, ככל שלזכר קצב מהיר יותר, הוא בעל הצלחת רבייה רבה יותר. כל אלה תומכים בכך ששירת *long trill* משמשת לחיזור אצל שלדג לבן־החזה.

דו־צורתיות זוויגית בצבע הנוצות

הצבעוניות המרשימה של מיני עופות שימשה מודל מחקרי תהליכי ברירה זוויגית (Hill and McGraw, 2006; Dale et al., 2015), אך אצל מינים שאינם נודדים, הדו־צורתיות הזוויגית מצטמצמת (Dale et al., 2015). במחקר זה הראינו שהשלדג לבן־החזה, מין יציב שנחשב חד־צורתי, נמצא בעל דו־צורתיות זוויגית בצבע הנוצות: זכרים באופן מובהק כחולים יותר וחומים יותר מנקבות. הדו־צורתיות הזוויגית בצבע הכחול והחום, בשילוב מתאם הצבעים הללו עם מדדי הצלחת הרבייה של הזכרים, מצביעה על כך שהצבע הכחול והצבע החום עשויים לתפקד כאותות סקסואליים. אחת התאוריות המסבירות את ההתפתחות וההשתמרות של אותות סקסואליים אלה היא עקרון ההכבדה שפיתח אמוץ זהבי. לפי התאוריה, אותות קיצוניים, שביטויים דורש השקעה רבה של אנרגיה, יוצרים מחיר דיפרנציאלי ובאופן

יחסי גבוה יותר בקרב פרטים בעלי איכות ירודה, ולכן הם מדד אמין לאיכות הפרט (Zahavi, 1975; Grafen, 1990). נקבות שברוב המקרים צפויות להיות בררניות יותר מזכרים, עשויות 'להרוויח' מבחירת זכר בעל גנים איכותיים. בהמשך לכך נטען (Zahavi, 1975) כי ככל שיכולת ההבחנה באיכות הגנטית של הזכר טובה יותר, בחירה על פי סימנים אלה תהיה סתגלנית יותר. עם זאת, קיימות גם תאוריות אחרות שמציעות הסבר להתפתחות האותות הסקסואליים, למשל 'עקרון כדור השלג של פישר' (Fisher, 1930). בתאוריות אלה, מחיר האות המיני אינו צפוי להיות דיפרנציאלי ולא בהכרח קשור לאיכות הגנטית של הפרט הנושא אותו. במחקר זה לא בדקנו אם לשירה או לצבע יש מחיר דיפרנציאלי, המעיד על האיכות הגנטית של הפרט, ומשכך לא נוכל לבחון אם התפתחות התכונות הללו מתאימה לתאוריית ההכבדה של זהבי או לעקרון כדור השלג של פישר (Fisher, 1930; Zahavi, 1975). עם זאת, השילוב של דו־צורתיות זוויגית ומתאם בינו לבין הצלחת הרבייה, מצביע על כך שגם הצבע הכחול והחום וגם שירת *long trill* משמשים אות סקסואלי. לכן, השלדג לבן־החזה יכול לשמש מודל ייחודי לבחינת הכוחות האבולוציוניים המשמרים את האותות הללו. למשל, אם גידול ונשיאה של נוצות כחולות וחומות גובים מחיר גבוה יותר מזכרים נחותים, ובכך מעידים על איכות הפרט, הרי שהחזקת הצבעים הבולטים אצל הזכרים מתאימה לעקרון ההכבדה של זהבי.

ריבוי אותות סקסואליים

השימוש במספר אותות סקסואליים בתהליך החיזור מעלה שאלות תאורטיות רבות, ועד היום מנסים להבין למה משתמר במהלך האבולוציה שימוש במספר אותות מכבידים, ומדוע לא מופעל מנגנון אבולוציוני שמסתפק באות אחד (Candolin, 2003; Vortman, 2013). כיום מחקרים רבים מצביעים על כך שנקבות מבססות את בחירת בן הזוג על מספר אותות סקסואליים, והם מציעים מספר הסברים לקיומם ולהשתמרותם במהלך האבולוציה (Candolin, 2003; Bro-Jørgensen, 2010). בין אם ריבוי האותות מתווך איכויות שונות של בן הזוג (Møller and Pomiankowski, 1993) או מתווך את אותו המסר במספר ערוצים שונים (Schluter and Price, 1993; Birkhead et al., 1998; Candolin, 2003), ריבוי אותות סקסואליים יכול לשמש זרז לבידוד רבייה בין אוכלוסיות ואולי בסופו של דבר להתמיינות טקסונומית של מינים (Andersson, 1994; Vortman et al., 2013; Safran et al., 2016; Wilkins et al., 2016). ככל הנראה, השלדג לבן־החזה משתמש בצבע החום, בצבע הכחול ובמרכיבי שירת *long trill* כדי להשפיע על תהליכי בחירת בני הזוג של הנקבה, בין אם האותות השונים מעידים על מספר איכויות של הזכר או מצטרפים יחד להעברת מסר שלם על איכותו הכללית. כל אלה יחד

עשויות לפגוע במהלך התקין של תהליך הרבייה של השלדג לבן-החזה (כמו גם מינים אחרים). כדי להימנע מפגיעה שכזו, נכון להוסיף למערך השיקולים בבניית התוכנית השנתית של כיסוח התעלות גם את החודשים המשמעותיים בשנה בתהליך הרבייה ואת מאפייני האכלוס של כל אחת מהתעלות. מאחר שהתאריך הראשון להטלה מתרחש לרוב בתחילת מרץ ורוב הקינים פורחים עד חודש יולי, ההמלצה היא להימנע ככל הניתן מכיסוח תעלות רוויות בקינים בחודשים מרץ-יולי.

ממצאי המחקר ותוצאותיו הם מקור ידע ראשוני, מבוסס מחקר, עבור אוכלוסיית השלדג לבן-החזה בישראל, והם יוצרים בסיס נתונים רחב שעשוי לשמש למחקרי המשך בתחומים שונים כביואקוסטיקה, זיהום סביבתי, שמירת טבע, אבולוציה וגנטיקה של אוכלוסיות.

המאמר המוצג מבוסס על עבודת הגמר לתואר מוסמך של דנה סלע-קליין (2021) ועל מאמר שהוגש בעקבותיה (Sela-Klein et al., under review).

תודות

ברצוננו להודות למכללת תל-חי, שמטעמה נערך מחקר זה, לקק"ל על התמיכה והסיוע במימון, לאנשי מוקד מחקרים החולה, לאנשי אגמון החולה ולכלל השותפים והמסייעים למחקר. השימוש במחקר בספקטרומטר נעשה באדיבות ד"ר רועי דור ועל כך תודה.

מדגימים את המורכבות הרבה שהאבולוציה יצרה בתהליכי בחירת בני זוג.

ממשק ושמירת טבע

המחקר נערך בשטחי אגמון החולה, הנמצאים באחריות קק"ל. נוסף על הידע האקולוגי הבסיסי, עלו מהמחקר גם המלצות ממשק הקשורות לניהול ולשמירת הטבע באזור. השלדג לבן-החזה, כמו מיני שלדגים וכחלאים רבים אחרים, חופר את קינו כמחילה אופקית עמוקה, הממוקמת, על פי רוב, בדפנות התלולות של גדות נחלים ותעלות. רשת התעלות וגופי המים בשטחי החקלאות והתיירות של המיזם לשיקום אדמות החולה מעניקים בסיס נוח לקינון עבור מינים אלה, ואכן ניתן לראות כי רוב קיני השלדגים שאותרו במחקר זה נמצאו בגדות המלאכותיות בשטחי המיזם. תפוצת קיני השלדגים באגמון מציגה העדפה לאזורים מסוימים או לתעלות מסוימות, שנצפתה בהן צפיפות גבוהה. מאפייני האכלוס של התעלות חזרו על עצמם בשתי השנים, ותעלות רוויות בקינים בשנת 2016 נמצאו רוויות גם בשנים שלאחר מכן. לצורך שימור מערך ההשקיה והתעלות ומניעת קריסה של הגדות, מתבצעת תחזוקה שוטפת של התעלות לאורך השנה. תוכנית התחזוקה כוללת, בין היתר, את כיסוח דופן התעלות, קצירה של צמחיית התעלות ודיפון של תעלות הנוטות לקרוס (קק"ל, 2016). ההתנגשות בין החשיבות האקולוגית הרבה הקיימת לנוכחות מין זה בשטחי האגמון אל מול הצרכים הכלכליים מבליטה את הקונפליקט בין הפעילות החקלאית והתיירותית בשטחי המיזם לבין שיקולים אקולוגיים וסביבתיים. פעולות השימור והתחזוקה של תעלות האגמון, המתבצעות לאורך השנה,

מקורות

- יום טוב י. 2014. **ביולוגיה של חולייתנים יבשתיים. כרך ג: עופות**. האוניברסיטה הפתוחה. עמ' 62–63.
- סלע-קליין ד. 2021. אקולוגיה וסיגנלים סקסואליים בשלדג לבן-החזה (*Halcyon s. myrnenis*): מין מקומי ייחודי שלא נחקר (עבודת גמר לתואר מוסמך). תל-חי: המכללה האקדמית תל-חי.
- ענבר ר. 1996. **ציפורי ארץ ישראל**, כרך ה. יבנה. עמודים 154–161.
- נעים א. 2016. **תכנית לתחזוקת פרויקט החולה לשנת 2016**. קק"ל.
- Andersson M. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press.
- Baker MC. 2004. The Chorus Song of Cooperatively Breeding Laughing Kookaburras (Coraciiformes, Halcyonidae: Dacelo novaeguineae): Characterization and Comparison among Groups. *Ethology*, 110(1), 21–35.
- Birkhead TR, Fletcher F, and Pellatt EJ. 1998. Sexual selection in the zebra finch *Taeniopygia guttata*: Condition, sex traits and immune capacity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 44(3), 179–191.
- Bro-jørgensen J. 2010. Dynamics of multiple signalling systems: Animal communication in a world in flux. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(5), 292–300.
- Candolin U. 2003. The use of multiple cues in mate choice. *Biological Reviews*, 78(4), 575–595.
- Catchpole CK and Slater PJ. 1995. *Bird Song: Biological Themes and Variations*. Cambridge University Press.
- Dale J, Dey CJ, Delhey K, Kempenaers B, and Valeu M. 2015. The effects of life-history and social selection on male and female plumage coloration. *Nature*, 572(7578), 367–370.
- Darwin C. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. London: John Murray.
- Darwin C. 1871. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. John Murray.
- Evans CS and Evans L. 2007. Representational signalling in birds. *Biology Letters*, 3(1), 8–11.
- Fisher RA. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford.
- Gil D and Gahr M. 2002. The honesty of bird song: Multiple constraints for multiple traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 17(3), 133–141.
- Grafen A. 1990. Biological signals as handicaps. *Journal of Theoretical Biology*, 144(4), 517–546.
- Grieves LA, Logue DM, and Quinn JS. 2015. Vocal repertoire of cooperatively breeding Smooth-billed Anis. *Journal of Field Ornithology*, 86(2), 130–143.

- Sela-Klein D, Lavner Y, and Vortman Y. Ecology of the white-breasted kingfisher *Halcyon smyrnensis smyrnensis* with emphasis on color and vocalization. Under review.
- Specht R. 2004. Avisoft-SASLab pro: Sound analysis and synthesis laboratory. Avisoft Bioacoustics, Berlin.
- Stoddard MC and Prum RO. 2011. How colorful are birds? Evolution of the avian plumage color gamut. *Behavioral Ecology*, 22(5), 1042–1052.
- Toledo S, Kishon O, Orchan Y, Bartan Y, Sapir N, Vortman Y, and Nathan R. 2014. Lightweight low-cost wildlife tracking tags using integrated transceivers. In: *2014 6th European Embedded Design in Education and Research Conference (EDERC)*. IEEE. pp. 287–291.
- Tristram HB. 1866. *On the Ornithology of Palestine*. Part III. Ibis, 8(1), 84–88.
- Vortman Y, Lotem A, Dor R, Lovette I, and Safran RJ. 2013. Multiple Sexual Signals and Behavioral Reproductive Isolation in a Diverging Population. *The American Naturalist*, 182(4), 514–523.
- Vortman Y. 2013. The evolution of multiple sexual signals in the East-Mediterranean barn swallow (*Hirundo rustica transitoria*) (PhD dissertation). Tel Aviv: Tel Aviv University.
- Vortman Y, Lotem A, Dor R, Lovette I, and Safran RJ. 2011. The sexual signals of the East-Mediterranean barn swallow: A different swallow tale. *Behavioral Ecology*, 22(6), 1344–1352.
- Warrington MH, McDonald PG, Rollins LA, Griffith SC. 2014. All signals are not equal: Acoustic signalling of individuality, sex and breeding status in a cooperative breeder. *Animal Behaviour*, 93, 249–260.
- Wilkins MR, Karaardic H, Vortman Y, Parchman TL, Albrecht T, Petzelkova A, Ozkan L, Pap PL, Hubbard JK, Hund AK, and Safran RJ. 2016. Phenotypic differentiation is associated with divergent sexual selection among closely related barn swallow populations. *Journal of Evolutionary Biology*, 29(12), 2410–2421.
- Zahavi A. 1975. Mate selection-A selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, 53(1), 205–214.
- Hill GE and McGraw KJ (Eds). 2006. *Bird Coloration. Volume 2: Function and Evolution*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- del Hoyo J and Collar NJ. 2014. *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Volume 1: Non-passerines*. Lynx: Barcelona.
- Keen S, Meliza D, and Rubenstein D. 2013. Flight calls signal group and individual identity but not kinship in a cooperatively breeding bird. *Behavioral Ecology*, 24(6), 1279–1285.
- Khan AA and Qureshi IZ. 2017. Vocalizations of adult male Asian koels (*Eudynamys scolopacea*) in the breeding season. *PLoS ONE*, 12(10), 1–13.
- Lefevre K, Montgomerie R, and Gaston AJ. 1998. Parent-offspring recognition in thick-billed murrelets (Aves: Alcidae). *Animal Behaviour*, 55, 925–938.
- van der Maaten L and Hinton G. 2008. Visualizing Data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 9, 2579–2605.
- Maia R, Eliason CM, Bitton PP, Doucet SM, and Shawkey MD. 2013. Pavo: An R package for the analysis, visualization and organization of spectral data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(10), 906–913.
- Mazzoni D and Dannenbergand R. 2014. Audacity (computer program). Version 2.2.0.
- Møller AP and Pomiankowski A. 1993. Why have birds got multiple sexual ornaments? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32(3), 167–176.
- Naef-daenzer B. 2007. An allometric function to fit leg-loop harnesses to terrestrial birds. *Journal of Avian Biology*, 38(3), 404–407.
- Radford AN. 2005. Group-specific vocal signatures and neighbour-stranger discrimination in the cooperatively breeding green woodhoopoe. *Animal Behavior*, 70(5), 1227–1234.
- Safran RJ, Vortman Y, Jenkins BR, Hubbard JK, Wilkins MR, Bradley RJ, and Lotem A. 2016. The maintenance of phenotypic divergence through sexual selection: An experimental study in barn swallows *Hirundo rustica*. *Evolution*, 70(9), 2074–2084.
- Schluter D and Price T. 1993. Honesty, perception and population divergence in sexually selected traits. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 253(1336), 117–122.



שלדגים לבני-חזה
צילום: שימי עיני



שימוש במיני עצים מקומיים ביעור בארץ ובעולם: עבר, הווה ועתיד

תמיר קליין

המחלקה למדעי הצמח והסביבה, מכון ויצמן למדע
tamir.klein@weizmann.ac.il

תקציר

במיני עצים מקומיים בלבד, בעירובים מושכלים, עשוי לעודד התפתחות תת־יער מקומי, שיתרום לשימור המערכות האקולוגיות הייחודיות של הארץ.

במפעל הייעור הייחודי של ישראל ניתן מקום של כבוד למיני עצים מקומיים. עם זאת, נטיעות שכשלו במקרים מסוימים הגבירו את השימוש במינים שאינם מקומיים, כדוגמת מיני איקליפטוס, שיטה ואורן. התבססותם של האחרונים הייתה לרוב טובה, אולם בטווח הארוך חלו השפעות שליליות על מינים אחרים של צמחים, בעלי חיים ופטריות. מאידך גיסא, חלה התקדמות בזיהוי של אקוטיפים מתאימים של המינים המקומיים ובפיתוח של טיפוסים נבחרים שלהם באמצעות השבחה (לדוגמה בברוש מצוי ובשיטה סלילנית), וכן הופקו לקחים הנוגעים להגנה מרעייה ומיובש. במדינות שונות בעולם עולה כיום ההכרה ביתרונות השימוש במיני עצים מקומיים ליעור, לרבות קצב הגידול, ההתאמה למגוון בתי גידול ויחסי הגומלין עם אורגניזמים אחרים ביער. שימוש

מילות מפתח

אקוטיפים, ייעור מוטה־פחמן, מגוון ביולוגי, שימור מינים, שינוי אקלים

מבוא

לכל אזור אקלים, מדין ועד אילת; (3) בין המינים המקומיים שלעיל יש גם כאלה שעמידים לחום וליובש שילכו ויחריפו. זאת בניגוד למדינות אירופה, למשל, המחפשות מיני עצים חדשים לאקלים משתנה וחדש; (4) ישראל מדינה קטנה, אך מגוונת ביותר באקולוגיה שלה הודות לאזורי האקלים השונים והמגוון במסלע ובקרע. התוצאה היא פסיפס אקולוגי רגיש ובעל מינים אנדמיים רבים. בשל כך, חשיבות שימור המינים המקומיים בארץ גדולה מאשר במדינות אחרות.

ייעור מוטה־פחמן, שנועד להשיג את קיבוע הפחמן המרבי לטובת מיתון שינוי האקלים, מחזיר לדיון את הנקודה הראשונה לעיל, כלומר העדפה למינים מהירי־צומח, גם אם אינם מקומיים. בהיבט זה, צ'ילה, מדינה גדולה בהרבה מישראל, אך בעלת חפיפה גדולה באזורי האקלים (ים תיכוני וצחיח למחצה), יכולה לספק חקר מקרה חשוב. מדיניות ייעור מוטה־פחמן גרמה בה להתרחבות יערות של מינים שאינם מקומיים על חשבון מינים מקומיים, תוך פגיעה במגוון הביולוגי הטבעי. במבט לאחור אף התברר כי היקף קיבוע הפחמן של היערות החדשים, המבוססים על מינים שאינם מקומיים, היה נמוך מהמצופה, ונמוך מזה של יערות טבעיים (Heilmayr et al., 2020).

עם השנים עולה חלקו של משבר האקלים במדיניות הייעור בארץ ובעולם (רוטנברג ויקר, 2018; קרואני, 2019). אירועי תמותה של עצי יער עקב יובש ושרפות בישראל, המתגברים החל משנות ה־90 (Klein et al., 2019), מדגישים את חשיבות בחירת המינים העמידים. המינים המקומיים אלון מצוי (*Quercus calliprinos*) ומיני אלה (*Pistacia*), המכסים כמחצית משטחי היער והחורש בארץ, מופיעים רק ב־12% וב־2% מאירועי התמותה שנסקרו בשנים 1948–2018, בהתאמה. רחבי־עלים נפוצים אחרים, כדוגמת אלון התבור (*Quercus ithaburensis*), חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*), זית אירופי (*Olea europaea*) וקטלב מצוי (*Arbutus andrachne*), אף הם כמעט ונעדרים מאירועי התמותה. לעומתם הופיעו מיני איקליפטוס ב־11% מהאירועים – חלק מהם של איקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*) שניטע באתרים בדרום שאינם מתאימים לגידולו. בין המחסניים, ייצוגם הגבוה יחסית של המינים המקומיים אורן ירושלים וברוש מצוי, 39% ו־7% בהתאמה, אינו מפתיע בהתחשב בתפוצתם ובשימוש הגבוה בהם בייעור במאה הקודמת. עמידותו של אורן ירושלים ליובש עולה על זו של קרוביו שאינם מקומיים, אורן ברוטיה (*Pinus brutia*) ואורן הגלעין (*Pinus pinea*). לעומתם, הברוש המצוי רגיש יותר ליובש מאשר קרוביו, הברוש האטלנטי (*Cupressus atlantica*) והברוש

משבר האקלים המחריף הזכיר לרבים בעולם את חשיבותם של עצים ויערות במיתון השפעותינו המזיקות על הסביבה. בישראל ציינה קק"ל מאה שנות ייעור, מפעל מרשים שהקדים את זמנו בכמה דורות בהקשר זה (קרואני, 2019). לאחר מאות שנים של כריתות והכחדת היער חזרו היערות לכסות בירוק את הגבעות וההרים. למשימה נבחרו מיני עצים מקומיים (native) לצד מינים מהירי צימוח ועמידים שאינם מקומיים (non-native). אין ספק בדבר חשיבות היער והייעור, לרבות תרומתו המכרעת כמסדרון אקולוגי וכתומך במגוון מינים רחב (יהל ורותם, 2019). במאמר זה אנסה (1) לסקור את הנעשה בתחום בעבר ובהווה; (2) להזכיר את היתרונות שבשימוש במיני עצים מקומיים בייעור, על סמך הניסיון שהצטבר בארץ ובעולם; (3) להציע מתווה לעתיד.

מיני עצים בייעור בארץ: עבר והווה

מלכתחילה ניתנה בקק"ל עדיפות לנטיעת מיני עצים מקומיים על פני מינים שאינם מקומיים. על כך מעידים שטחים נרחבים של מיני המחסניים אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) וברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*). מאידך גיסא, נטיעות של מינים רחבי־עלים ידעו גם כישלונות. בחבל הים תיכוני נכלו שתילים רבים של רחבי־עלים קורבן לרעייה, והושמדו או התפתחו כשיחים נמוכים. יוצא דופן הוא החרוב (*Ceratonia siliqua*), שצלח בעיקר בחלקות חד־מיניות. בשנות ה־80 וה־90 ניטע חרוב גם בחבל הצחיח למחצה, יחד עם שיזף מצוי (*Ziziphus spina-christi*), שיטת הנגב (*Acacia pachyceras*), שיטה סלילנית (*Acacia raddiana*) ואלה אטלנטית (*Pistacia atlantica*). שרידותם של מינים אלה באזור הזה הייתה נמוכה לרוב, והשתילים ששרדו התפתחו בקצב איטי מאוד, כך שבדרך כלל לא התקבלו עצים בגודל הרצוי. לכן עבר הייעור לשימוש במיני איקליפטוס (*Eucalyptus*) ושיטים (*Acacia*) שאינם מקומיים. ייתכן כי הצלחתם של האחרונים הסיטה את תשומת הלב מהצורך בבירור הכישלונות בנטיעות מינים מקומיים ובהשקעה נוספת לשיפור סיכוייהם בעתיד.

נטיעת מיני עצים שאינם מקומיים אינה ייחודית לישראל, ומתבצעת בהיקף נרחב במדינות רבות בעולם. עם זאת, מצבה של ישראל שונה מזה של מדינות אחרות: (1) הייעור בישראל אינו מסחרי, והשימוש בעץ מוגבל, כך שמהירות הצימוח איננה קריטריון חשוב בהכרח; (2) מגוון מיני העצים המקומיים בארץ גבוה יחסית (מעל 60 מינים מקומיים; להשוואה – רק 35 בבריטניה), כך שקיימים מינים מקומיים

על נטיעת מינים מסוימים שאינם מקומיים, בעיקר מינים פולשים או כאלה המוגדרים כמזיקים (Pötzelsberger et al., 2020). כמו כן, הוגדרו גם אזורים שמותר בהם שימוש במינים מקומיים בלבד.

דרום אפריקה, כמו ישראל, כוללת בשטחה מערכות אקולוגיות מגוונות ורגישות, והמתרחש בה מהווה תמרור אזהרה. ייעור מסחרי במינים שאינם מקומיים מספק בה אומנם בית גידול למספר מינים של עופות, אולם מפחית את מגוון המינים של העופות, בהם מינים נדירים רבים או כאלה הנמצאים בסכנת הכחדה (Allan et al., 1997). נצפתה הפחתה בעושר מיני צמחים ובעלי חיים בעקבות ייעור במיני אורנים שאינם מקומיים (Armstrong and van Hensbergen, 1996). מעבר לכך, ההשפעות האלה זולגות אל אזורים שכנים, גם כאלה שנועדו לשימור טבע (Richardson, 1997).

יתרונות הייעור במיני עצים מקומיים: דוגמאות מרחבי העולם

בעשורים האחרונים עולה ברחבי העולם ההכרה ביתרונות השימוש במיני עצים מקומיים לייעור. בסין הוכיחו מיני עצים מקומיים קצבי גידול גבוהים ופוטנציאל לשימוש בייעור מוטה-פחמן, עם הבדלים גדולים בין 14 מינים שונים שנבחנו (Thomas et al., 2007). בניסוי סיני שהשווה שתילים מארבעה מינים מקומיים וארבעה מינים שאינם מקומיים (מיני איקליפטוס ושיטה המשמשים גם בייעור בארץ), נמצאו אומנם קצבי גידול נמוכים יותר במינים המקומיים, אולם התלוותה אליהם צריכה נמוכה יותר של חנקן (מקור חנקן זמין עיקרי), לעומת חיסול שלה במינים שאינם מקומיים (Wang et al., 2013). בניו זילנד שרדו שתילים של מין עץ מקומי שנשתלו ביער של אותו המין, וצמחו טוב יותר מאשר תחת עצים שאינם מקומיים, בשורשיהם נספרו יותר קורי מיקוריצה, והקרקע שבסביבתם הייתה פורייה יותר (Dehlin et al., 2008). לאחרונה, במסגרת מפעל ייעור במינים מקומיים באזורים הרריים של קולומביה ואקוודור, התברר כי מינים מקומיים גדלים על מגוון רחב של קרקעות ובקצבים דומים לאלה של מינים שאינם מקומיים (Bare and Ashton, 2016).

מיני עצים בייעור בארץ: סיכום ומבט לעתיד

לקק"ל הידע והניסיון בגידול מיני העצים המקומיים בישראל ובישימוש בהם בייעור (יבלוביץ, 2020). במקרים מסוימים מוסיפים על מינים אלה מינים שאינם מקומיים, מתוך כוונה

האריזוני (*Cupressus arizonica*), אך אקוטיפים מתאימים שלו שאתורו לאחרונה עשויים להבטיח את שגשוגו גם בעתיד שחון יותר (יוסי ריוב, מידע אישי).

השפעות מזיקות של ייעור במיני עצים שאינם מקומיים

אכן, בבחירת מיני עצים לייעור יש לתת עדיפות למינים מקומיים, בהתאם לקריטריון הסיכון המזערי לשלמות המערכת האקולוגית (ecosystem integrity). סיכונים אלה כוללים פולשנות והשפעות על מינים מקומיים, לרבות אללופתיה, כלומר דחייה של מינים אחרים באמצעות הפרשת חומרים (Reisman-Berman et al., 2019). פולשנות של מיני עצים שאינם מקומיים או כגיעה שלהם בטבע, ובפרט הכחדה של מינים אחרים, טעונה הוכחה ואיננה תמיד קיימת (Sagoff, 2005). אללופתיה נצפתה בארץ בחורשות צפופות של איקליפטוס המקור ובמיני ינבוט (*Prosopis*) (Reisman-Berman et al., 2011). אללופתיה קיימת גם באיקליפטוס הצווארון (*Eucalyptus torquata*), שניטע באתרים רבים בדרום הארץ. בניסוי מבוקר נמצא כי נקז של נשר עלי איקליפטוס עיכב צמיחת שורשים ב-15 מתוך 21 מיני צמחים מקומיים (Becerra et al., 2017). עוד נמצא, כי איקליפטוס כדורי (*Eucalyptus globulus*), הניטע מעט גם בישראל, מעכב התפתחות מיני צמחיית תת-יער באופן חזק יותר מחוץ לאוסטרליה: עושר מינים קטן ב-51% באתרי ייעור בארה"ב, בצ'ילה, בהודו ובפורטוגל, לעומת 8% בלבד באוסטרליה.

עדיפותם של מיני העצים המקומיים התבטאה בדרכים נוספות. בישראל גרם ייעור במינים שאינם מקומיים להפחתת יצרנות של מיני עשבוניים ולפגיעה בפוריות הקרקע (Paz-Kagan et al., 2016), להפחתת מגוון המינים של לטאות (Hawlena and Bouskila, 2006) ולשינוי הרכב חברת פטריות המיקוריצה (Livne-Luzon et al., 2017). הממצא האחרון מדאיג במיוחד, לנוכח ההשלכות על תחום ליקוט הפטריות המקומיות המתפתח מחד גיסא, וחשיבות רשתות המיקוריצה לתפקוד היער מאידך גיסא (Rog et al., 2020). השפעות כאלה נצפו בעבר במקומות נוספים, למשל בבריטניה: מגוון מיני חסרי חוליות שזוהו על מיני עצים מקומיים מגיע עד כדי 450 מינים למין עץ, בעוד מינים שאינם מקומיים מארחים מגוון נמוך בהרבה, לרוב סביב 50 מינים לכל מין עץ (Peterken, 2001). ייעור במיני עצים שאינם מקומיים יוצר השלכות שליליות גם על שירותי המערכת האקולוגית: שחרור אלרגנים באבקה, הפחתת העמידות לשרפות והפחתה בתיירות אקולוגית (Castro Diez et al., 2019). בשל כך, בחלק ממדינות אירופה חלים איסורים

יחייב: (1) בחירה מושכלת של אתרים מתאימים; (2) הגנה מרעייה על ידי הגבלתה בשטח בשנים הראשונות או על ידי שימוש באמצעי גידור שונים; (3) בחירה של אקוטיפים מתאימים; (4) פיתוח טיפוסים נבחרים באמצעות השבחה, כפי שנעשה כיום בשיטה הסלילנית. נוסף על הנאמר, יש לזכור כי בניגוד למה שניתן לצפות, הכנה ונטיעה של מינים מקומיים עשויות לדרוש תשומות רבות, לעיתים אף יותר משל מינים אחרים. מצד שני, להשקעה זו ערך מוסף, היות שלשימור הנופים הטבעיים המקומיים ערך כשלעצמו.

להגדיל את המגוון ביער. הניסיון מלמד כי צעד כזה סופו להחטיא את המטרה, מפני שהמגוון הביולוגי הכולל של היער נוטה לרדת בהשפעת מיני העצים שאינם מקומיים. מאידך גיסא, שימוש במיני עצים מקומיים בלבד, בעירובים מושכלים, עשוי לעודד התפתחות תת-יער מקומי, שיתרום לשימור המערכות האקולוגיות הייחודיות של הארץ. במקומות מסוימים, קק"ל אף מחויבת לשימוש במינים מקומיים בלבד. במבט לעתיד עלינו ללמוד מניסיונות העבר, לרבות הכישלונות. שימוש במינים מקומיים בעתיד

מקורות

- Heilmayr R, Echeverría C, and Lambin EF. 2020. Impacts of Chilean forest subsidies on forest cover, carbon and biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(9), 701-709.
- Klein T, Cahanovitch R, Spritsin M, Herr N, and Schiller G. 2019. A nationwide analysis of tree mortality under climate change: Forest loss and its causes in Israel 1948–2017. *Forest Ecology and Management*, 432, 840-849.
- Livne-Luzon S, Ovadia O, Weber G, Avidan Y, Migael H, Glassman SI, Bruns TD, and Shemesh H. 2017. Small-scale spatial variability in the distribution of ectomycorrhizal fungi affects plant performance and fungal diversity. *Ecology Letters*, 20(9), 1192-1202.
- Paz-Kagan T, Zaady E, Shachak M, and Karnieli A. 2016. Transformation of shrublands to forests: The role of woody species as ecosystem engineers and landscape modulators. *Forest Ecology and Management*, 361, 257-268.
- Peterken GF. 2001. Ecological effects of introduced tree species in Britain. *Forest Ecology and Management*, 141(1-2), 31-42.
- Pötzelsberger E, Lapin K, Brundu G, Adriaens T, Andonovski V, Andrašev S, et al. 2020. Mapping the patchy legislative landscape of non-native tree species in Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 93(4), 567-586.
- Reisman-Berman O, Keasar T, and Tel-Zur N. 2019. Native and non-native species for dryland afforestation: Bridging ecosystem integrity and livelihood support. *Annals of Forest Science*, 76(4), 1-13.
- Richardson DM. 1998. Forestry trees as invasive aliens. *Conservation Biology*, 12(1), 18-26.
- Sagoff M. 2005. Do non-native species threaten the natural environment? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 18(3), 215-236.
- Thomas SC, Malczewski G, and Saprundoff M. 2007. Assessing the potential of native tree species for carbon sequestration forestry in Northeast China. *Journal of Environmental Management*, 85(3), 663-671.
- Wang F, Zhu W, Zou B, Neher DA, Fu S, Xia H, and Li Z. 2013. Seedling growth and soil nutrient availability in exotic and native tree species: Implications for afforestation in southern China. *Plant and Soil*, 364(1), 207-218.
- יבולביץ' ח. 2020. איסוף והנבטה של מינים קשיי נביטה עבור הייעור בישראל. **אקולוגיה וסביבה**, 11(2).
- פורת י ורותם ד. 2019. ניהול יערות קק"ל ותפקודם כעוגנים טבעיים ברצף השטחים הפתוחים והמסדרונות האקולוגיים. **אקולוגיה וסביבה**, 10(1), 8-10.
- קראניא א. 2019. התוכנית האסטרטגית של האו"ם לייעור. **אקולוגיה וסביבה**, 10(2), 6-10.
- רוטנברג א ויקיר ד. 2018. ייעור, אקלים, ועתיד היערות בישראל. **אקולוגיה וסביבה**, 9(3), 22-33.
- Allan DG, Harrison JA, Navarro R, van Wilgen BW, and Thompson MW. 1997. The impact of commercial afforestation on bird populations in Mpumalanga Province, South Africa – insights from bird-atlas data. *Biological Conservation*, 79(2-3), 173-185.
- Armstrong AJ, and Van Hensbergen HJ. 1996. Impacts of afforestation with pines on assemblages of native biota in South Africa. *South African Forestry Journal*, 175(1), 35-42.
- Bare MC and Ashton MS. 2016. Growth of native tree species planted in montane reforestation projects in the Colombian and Ecuadorian Andes differs among site and species. *New Forests*, 47(3), 333-355.
- Becerra PI, Catford JA, Luce McLeod M, Andonian K, Aschehoug ET, Montesinos D, and Callaway RM. 2018. Inhibitory effects of *Eucalyptus globulus* on understorey plant growth and species richness are greater in non-native regions. *Global Ecology and Biogeography*, 27(1), 68-76.
- Castro-Díez P, Vaz AS, Silva JS, Van Loo M, Alonso Á, Aponte C, et al. 2019. Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biological Reviews*, 94(4), 1477-1501.
- Dehlin H, Peltzer DA, Allison VJ, Yeates GW, Nilsson MC, and Wardle DA. 2008. Tree seedling performance and below-ground properties in stands of invasive and native tree species. *New Zealand Journal of Ecology*, 32(1), 67-79.
- Dey DC, Gardiner ES, Kabrick JM, Stanturf JA, and Jacobs DF. 2010. Innovations in afforestation of agricultural bottomlands to restore native forests in the eastern USA. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(S8), 31-42.
- Hawlena D and Bouskila A. 2006. Land management practices for combating desertification cause species replacement of desert lizards. *Journal of Applied Ecology*, 43(4), 701-709.



רעיית עיזים – פתרון כלכלי לממשק יערות ולצמצום סכנת שרפות

לירון אמדור¹ | סוהיל זיידן² | דוד אבלגון² | צח גלסר³
עינת גרא⁴ | אורי רמון⁴ | תמר דיין⁵

1	מכון דש"א, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב lironam@tauex.tau.ac.il
2	אגף הייעור, קק"ל
3	גני רמת הנדיב
4	מכון דש"א, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
5	מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

העדר במשך שעות ארוכות, בעוד שגידול בדיר מצריך שעות עבודה מעטות יותר. העובדה כי חלק מהמזון שהעיזים אוכלות מגיע מהמרעה אומנם חוסכת חלק מעלויות קניית המזון, אך אין בחיסכון זה כדי לשנות את המגמה העיקרית. בסיכומו של דבר, יציאה לרעייה מביאה על המגדל הפסדים כלכליים (אמדור ושות', בהכנה). לרוב, למגדלי העיזים מקורות הכנסה נוספים (פנסיונרים, שכירים בחלקיות משרה או שהם עוסקים בענפי חקלאות נוספים), ולכן נושא הרווחיות חשוב פחות מבחינתם. עם זאת, הם אינם מעוניינים להפסיד כסף. משרד החקלאות אומנם תומך כלכלית ברעיית עיזים, אך גובה התמיכה הקיימת (כ־100 ש"ח לראש לשנה בממוצע) אינו מספיק כדי לכסות על ההפסדים. קק"ל תומכת כלכלית בעדרי העיזים ב'שווה כסף' – באספקת תשתיות (חיבור למים, פאנלים סולאריים לאספקת חשמל, הצבת אוהלים לאכסון העדר ועוד) ושירותים (חיסונים ועוד). בסקרים שנערכו בקרב מגדלי עיזים נמצא כי תשלום שיכסה על ההפסד מספק להם תמריץ לצאת לרעייה (אמדור ושות', 2021).

מרעה עיזים תורם להפחתת חומר בעירה ביערות ובחורשים ולהקטנת סכנת שרפות. עיזים יעילות יותר מבקר ומכבשים בפינוי עודפי צמחייה, מכיוון שעד 70% ממזונן יכול לבוא מחומר מעוצה, נוסף על עשבונ (אמדור ושות', 2021). מחקרים שנערכו, בין היתר, ברמת הנדיב (Bar Massada et al., 2008) הצביעו על התרומה המוכחת של רעיית עיזים בדילול עודפי צמחייה בחורשים. השרפות הקשות שפקדו את המדינה בנובמבר 2016 ממחישות את הצורך בקידום רעייה, בפרט סמוך ליישובים ולתשתיות. קק"ל מפעילה שמונה עדרי עיזים במרחב מרכז, והן רועות באזורי חיץ כחלק מממשק ניהול היער. החסם הכלכלי הוא חסם מרכזי בקידום רעייה: הוצאת עדר עיזים לרעייה פוגעת ברווחיות העדר בשני ממדים עיקריים: (א) הקטנת תפוקת החלב, כפועל יוצא מהצורך לגדל עיזים מקומיות, המותאמות ליציאה למרעה בתנאים האקולוגיים של ישראל. התפוקה הממוצעת של עיזים מקומיות היא כ־400 ליטר בשנה, בהשוואה ל־1,000 ליטר בשנה לעיזים ממוצא אירופי, שרגישות לתנאי המרעה של ישראל וניתן לגדל אותן בתנאים מוגנים בדיר (אמדור ושות', בהכנה). (ב) הגדלת עלויות הגידול: רעייה מחייבת העסקת רועה לליווי

תפוקת חלב ובשר, ₪ לשנה	תפוקת בשר בלבד, ₪ לשנה	ממשק הגידול	תוצאה כלכלית
570,000	260,000	סך כל ההכנסות – כולל תמיכה ממשלתית, 100 ₪ לראש	
622,000	430,000	סך כל ההוצאות – כולל תשלום עבור חכירת שטח רעייה, החזר השקעות, ועבודה עצמית	
-52,000	-170,000	סך כל ההפסד השנתי	
-260	-850	הפסד שנתי לראש	
52	170	עלות ממשק דונם – הפיצוי שיש לתת למגדל על הפסד בלחץ רעייה המתאים לקווי חייץ: עז ל-5 דונם	

טבלה 1

התוצאות הכלכליות של תחשיבי עדר לפי ממשקי הגידול
(עדר של 200 ראש, נתוני שה"מ, משרד החקלאות)

רעייה לא אמורה לבצע דילול ראשוני של החורש (שאותו בכל מקרה יש לבצע מכנית), אלא לתחזק את האזור כחייץ פתוח לאורך זמן. ללא רעייה יהיה צורך לחזור על פעולת דילול מכנית נרחבת כל שלוש עד חמש שנים, ובהתאם לכך חושבה העלות של חלופה זו.

ישנם מקורות רבים ושונים לעלות דילול מכני של חורשים: קק"ל מתמחרת טיפול בחורש בכ-300–400 ש"ח לדונם אחת לשלוש עד חמש שנים, כך שבחישוב שנתי מדובר בעלות של כ-100–130 ש"ח לדונם לשנה (ניר הר, מידע אישי). לפי נתוני ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל (2011), העלות של דילול חורש בטיפול מכני היא 500 ש"ח לדונם אחת לשלוש עד חמש שנים, היינו 100–170 ש"ח לדונם לשנה. לפי נתוני רשות הטבע והגנים, המתייחסים לכריתות מורכבות יותר בתנאי טופוגרפיה קשים ובחורש צפוף, העלות השנתית של דילול מכני היא 400 ש"ח לדונם לשנה (דולב ושות', 2015). כלומר עלות טיפול מכני גבוהה פי שניים עד ארבעה מעלות דילול באמצעות רעייה, בהנחה שניתן לגדל את העיזים לתפוקת חלב. אם לא ניתן לקיים חליבה, עלות התמריץ לרעייה משתווה לעלות כריתה במקומות נגישים וכשוטים יחסית, ומשתלמת במקומות מורכבים יותר.

באשר לעלות של טיפול בשרפות ופיצוי על נזקיהן, יש לומר, ראשית, כי שרפות הן אירוע נפוץ מאוד. לפי נתוני רשות הכבאות, בשנים 2014–2016 התרחשו כ-45,000 שרפות בשנה, מתוכן כ-720 שרפות חמורות הכוללות סיכון לחיי אדם ולרכוש (מבקר המדינה, 2018). עלות כיבוי ממוצעת לשרפה בודדת נעה בין 5,000 ל-18,000 ש"ח (לוי ושות', 2018). מבקר המדינה העריך את הנזקים שנגרמו במהלך גל

כדי להעריך את גובה התשלום הנדרש נערכו תחשיבים כלכליים בשני ממשקי רעייה (טבלה 1):

1. עדר המייצר חלב, מוצר שיש לו ביקוש גבוה ומחיר גבוה.

2. עדר המייצר בשר וגדיים בלבד. הביקוש לבשר עיזים בישראל נמוך, ומכאן גם המחיר נמוך.

ההפסד השנתי מגלם את התשלום הנדרש כדי לפצות את המגדל ולספק לו תמריץ לצאת לרעייה. כפי שניתן לראות בטבלה 1, תשלום זה נע בין 52 ל-170 ש"ח לדונם לשנה, כפוף לסוג הממשק.

במחקרנו מיפינו וחישבנו את היקף השטח הנדרש לממשק רעייה סביב יישובים כפריים בהרי ירושלים, בכרמל ובמשגב. בהתאם לכך מצאנו כי העלות של רעייה סביב יישוב כפרי ממוצע נעה בין 20,000 ש"ח לשנה (בממשק הכולל ייצור חלב) ל-70,000 ש"ח לשנה (בממשק הכולל ייצור בשר וגדיים בלבד).

עלות זו יש להשוות לחלופות: טיפול בצמחייה עודפת בממשק מכני (גיזום וכריתה) בחורשים וביערות, או "חלופת האפס", היינו – לא לפעול לצמצום צמחייה עודפת, ולשאת בעלות של הפעלת כוחות כיבוי להתמודדות עם שרפות ובעלות של נזקיהן.

האם, מנקודת מבט ציבורית, משתלם להפעיל רעיית עיזים לדילול חורשים או שעדיפה כריתה מכנית? יש לומר כי כריתה מכנית היא פעולה פשוטה יותר מבחינה אדמיניסטרטיבית; עם זאת, היא מועדפת פחות בראייה אקולוגית (לוי ושות', 2018); ישנם גם מקומות שאין בהם גישה לכלים מכניים (מדרונות תלולים, שטחים מסולעים) והטיפול היחיד האפשרי בהם הוא רעייה.

תודות

המאמר מבוסס על מחקר במימון קרן המחקרים, אגף הייעור, קק"ל ועל מחקר במימון משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בתקציב קרן שטחים פתוחים. תודתנו לדורית כבביה משה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, על הסיוע בהכנת תחשיבים לעדרי רעייה.

השרפות של סוף שנת 2016 ואת עלויות ההתמודדות עימו בכ־647 מיליון ש"ח (מבקר המדינה, 2018). לסיכום, העלות של טיפול בשרפות והנזק הכלכלי שהן מסיבות נכבדים. כדי לצמצם את סכנת השרפות ואת נזקיהן יש להביא לדילול חורשים סביב יישובים ותשתיות. רעיית עיזים היא חלופה סבירה כלכלית לדילול חורשים לאורך זמן, ואף זולה משמעותית בהשוואה לחלופה של דילול מכני, בהנחה שניתן לקדם עדרים המייצרים חלב לצד בשר וגדיים.

מקורות

לוי ע, סגל קמיני א, ששון א ושוורץ א. 2018. הקטנת הרגישות לשרפות ושיקום שטחי יער וחורש במרחבים עירוניים – חקר מקרה חיפה: סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.
לוי ע, דיסני ד, שכטר מ ונאמן ג. 2018. הגורמים לשרפות ביערות ובחורשים בישראל ועלות כיבוי. *אקולוגיה וסביבה*, 9(2), 42-48.
מבקר המדינה. 2018. היערכות הרשויות המקומיות לשרפות, תפקודן במהלך גל השרפות בנובמבר 2016, כיצוי הניזוקים והעלויות למשק. דו"ח מיוחד.
Bar Massada A, Gabay O, Perevolotsky A, and Carmel Y. 2008. Quantifying the effect of grazing and shrub-clearing on small scale spatial pattern of vegetation. *Landscape Ecology*, 23(3), 327-339.

אמדור ל, זיידן ס, אבלגון ד, גלסר צ, גרא ע, רמון א ודיין ת. 2021. קידום כלכלי ותכנוני של רעיית עיזים לשם צמצום סכנת שרפות. *אקולוגיה וסביבה*, 12(1).
אמדור ל, רמון א, פרלברג א, בקר ל, הר נ וגרא ע. בהכנה. תוכנית אב למרעה עיזים בכרמל ובמשגב, הגנה משרפות ושמירת ערכי שטחים פתוחים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
דולב ע, טסלר נ, צמח־שמיר ש ורזנברג ב. 2015. היבטים אקולוגיים וכלכליים של ממשק רעייה של עדרים באזורי חיץ, דו"ח מסכם לאחר שנת מחקר שלישית. המשרד להגנת הסביבה.
ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל. 2011. דו"ח מסקנות הוועדה. המשרד להגנת הסביבה.



עדר עיזים במושב בהרי יהודה, 2018
צילום: עינת גרא



שירותי המערכת האקולוגית של יערות קק"ל בוויסות זרימות הנגר והסחף

יצחק משה¹ | שמואל ארבל² | בני יעקבי³ | מוטי שריקי⁴
חיים סהר⁵ | גיל עצמון⁶ | שלי בן ישי⁷ | אלי חפוטה⁸

1	מרחב דרום, קק"ל, בעבר itsmoshe@gmail.com
2	התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות, בעבר
3	האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות
4	מנהל מחלקת שימור קרקע, מרחב דרום, קק"ל
5	מתכנן שימור קרקע, מרחב מרכז, קק"ל
6	מנהל אזור גליל תחתון, מרחב צפון, קק"ל
7	מנהל אזור גליל מערבי, מרחב צפון, קק"ל
8	מנהל אזור גליל עליון, מרחב צפון, קק"ל

המחקרים מלמדים על שירותי המערכת האקולוגית של שטחי היער, כדוגמת ויסות השיטפונות וההגנה מפני נזקי הצפה וסחיפה במורד היער בשטחי חקלאות, תשתיות לאומיות ושטחים מבונים (ארבל, 2004; גטקר וארבל, 2006; ארבל, 2021).

לדוגמה, נמצא כי נטיעות, פעולות לאיסוף מי נגר ועידוד התפתחות הצומח הטבעי, שביצעה קק"ל משנת 2004 באגני המשנה של נחל בתרים במעלה היישוב עומר, מנעו חזרה של נזקי ההצפה החמורים שהתרחשו בעבר (בשנים 1997 ו-2002) באזור התעשייה ובבית הספר התיכון ביישוב עומר. פעולות דומות שבוצעו בשנות ה-80 וה-90 במעלה היישוב מיתר, ויסתו את עוצמת השיטפונות ומנעו נזקי הצפות במיתר בשנת 2002, בעת שהתרחשו נזקים חמורים בכל רחבי האזור (איור 1). ביער יתיר ערכי הנגר נמוכים לאין ערוך בסדרי גודל בהשוואה לערכי הנגר בשטחי המרעה הבלתי מבוקר הצמודים אליו. פעולות לשיקום האפיקים בלב שטחים חקלאיים במעלה אגני ההיקוות הן, למשל,

מחקרים שנערכו במקומות שונים בעולם (Hudson, 1985; Brooks et al., 1997) מצביעים על הקשר שבין רמת הכיסוי הצמחי של פני השטח לשיעורי הנגר והסחף המתפתחים במדרונות ובאפיקים. בשטחי יער המשלבים עצים עם צומח שיחי ועשבוני, ובשטחים בשימוש מרעה מבוקר יש כיסוי צמחי צפוף. בשטחים המאופיינים בכיסוי כזה, ערכי הנגר והסחף נמוכים באופן משמעותי בהשוואה לערכי הנגר בשטחים חשופים מצומח ונתונים להשפעה הישירה של מכת טיפות הגשם. שטחים חשופים באופן מלא או חלקי מצומח, כדוגמת שטחים חקלאיים, שטחי מרעה לא מבוקר, דרכים או שטחים מבונים (כיסוי נרחב בבטון ואספלט), מאופיינים בכושר חידור נמוך ושיעורי נגר וסחף גבוהים. תוצאות מחקרים וניטור ארוך טווח שנעשו בישראל בשיתוף התחנה לחקר הסחף במשרד החקלאות והקרן הקיימת לישראל, מלמדים כי בשטחי יער שיעורי הנגר והסחף קטנים באופן משמעותי בהשוואה לשיעורי הנגר והסחף המתפתחים בשטחי חקלאות, מרעה בלתי מבוקר ובינוי.

יהיה טיפול נלווה לטיפולים העיקריים, ויצטרף למגוון האמצעים שיינקטו באגן ההיקוות לוויסות השיטפונות.

דוגמאות לפעולות להבטחת ממשק מיטבי לשימור המים והקרע ולשיקום הנזקים ביער: פיזור נגר מדרכים, משבילים ומחניונים להשהיה ולהחדרה במדרונות ובאפיקים עתירי צומח; השהיית נגר באמצעות מתקני איגום קטנים מאבן או מעפר; שיקום מתקני חקלאות עתיקה לשימור קרקע ולאיסוף מי נגר; ייצוב ראשי ערוצים פעילים ונסיגת גדות ברצועת האפיקים; העתקת דרכים, מכלאות ונקודות שתייה לבעלי חיים הממוקמות ברצועות הזרימה באפיקים.

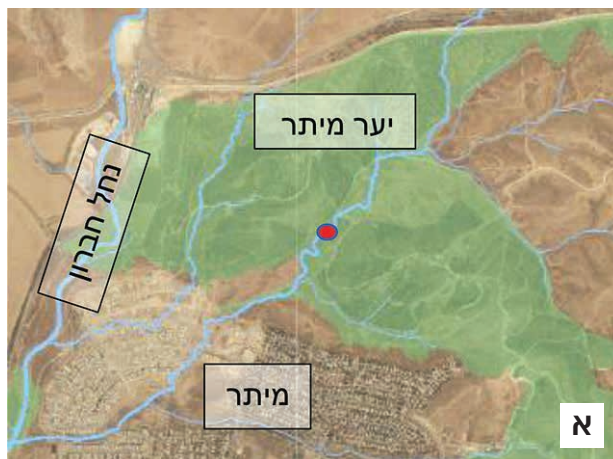
קיימים יתרונות לטיפול בוויסות זרימת הנגר והסחף ביערות במעלה אגני ההיקוות: הוויסות כרוך בהתמודדות עם ערכי נגר וסחף נמוכים, הטיפול זול יחסית ופשוט לתכנון, לביצוע ולתחזוקה, והסכנה והנזק לסביבה במקרה של כשל – נמוכים. הטיפול ביער עשוי להשהות כמויות נגר וסחף גדולות יחסית מבלי לשנות את השימוש ואת מאפייני הסביבה. טיפול מסוג זה ביער תואם את הכתוב באמנות הסביבה הבין-לאומיות, ועשוי להעניק מגוון רחב של שירותי סביבה ותרבות (UN, 2015).

בעבודת מיכיו שנערכה בשנת 2020 בתמיכת אגף הייעור בקק"ל, במעורבות נציגי המרחבים ובשיתוף פעולה עם האגף לשימור קרקע במשרד החקלאות, אותרו ברחבי הארץ היערות שחשוב לבצע בהם פעולות לשימור קרקע ומים ולוויסות זרימת הנגר והסחף, וזאת בשל מיקומם ותרומתם הפוטנציאלית לוויסות זרימות הנגר. ביצוע הפעולות לשימור

הפסקת העיבוד החקלאי ברצועת האפיק, נטיות ועידוד התפתחות הצומח הטבעי, וכן פעולות לשימור קרקע (כגון ייצוב ראשי ערוצים וגדות בעזרת תעלות עפר להטיית הנגר, ומתקני ניקוז מאבן, בטון או צומח לייצוב ראשי ערוצים באפיקים ובגדות). פעולות מסוג זה מסייעות ליצירת רצועת חיץ צמחית המווסתת את זרימת הנגר והסחף, ותורמות לשיקום הנחלים הראשיים במורד אגני ההיקוות. כמו כן, רצועות היער הנטועות לאורך האפיקים תורמות למזעור פיזורם של מזהמים וחומרי הדברה שמקורם בשטחים החקלאיים. (צעדי ושות', 2015).

היער כאמצעי לוויסות זרימות הנגר והסחף ולהקטנת הנזקים

לנוכח מגמות הפיתוח הנרחבות ברחבי הארץ, הכוללות הגדלת השטחים הבנויים בערים וביישובים הכפריים, הרחבת שטחי התעשייה ותשתיות התחבורה, ולנוכח ההתכנסות לעלייה בתדירות הופעת אירועי סופה קיצוניים, הסיכון להמשך תופעת השיטפונות והנזקים בגוף וברכוש ולהתרחבותה קיים. **אנו מציעים לאמץ את הגישה שלפיה יערות קק"ל עשויים לשמש אמצעי לוויסות זרימות הנגר והסחף ולהקטנת הנזקים הצפויים באגן ההיקוות.** אין המאמר מתיימר להגזים בחשיבות השירות של יערות קק"ל בוויסות עוצמת השיטפונות ונזקיהם, אך במקרים מסוימים הטיפול ביערות במעלה האגנים עשוי להיות הטיפול העיקרי בהגנה על השטחים במורד. במקרים אחרים הטיפול ביערות



איור 1

יער מיתר – דוגמה ליער מווסת נגר וסחף הממוקם במעלה יישוב ומגן עליו מנזקי הצפה

את היער ואת השטח החקלאי שבמעלה היער מנקזים אפיקי משנה של נחל חברון, הזורמים במורד לעבר היישוב מיתר. א. ביער בוצעו מגוון פעולות לשימור קרקע ולאיסוף מי נגר במדרונות ובאפיקים. מיקום המתקן המצולם באיור 1ב מסומן בעיגול אדום. ב. מתקן אבן שנבנה באפיק לייצוב ראש הערוץ ולהשהיית מי הנגר. זהו אחד מסדרה של מתקני אבן שהוקמו באפיקים לייצוב ראשי הערוצים הפעילים ולהשהיית הנגר והסחף ביער מיתר. המתקנים הוקמו במסגרת העסקת המובטלים לפני כ־52 שנים. צילום: מוטי שריקי, יצחק משה.



איור 2

יער אלונים במעלה נחל דושה – דוגמה ליער מווסת נגר וסחף הממוקם במורד יישוב וקולט נגר עירוני

היישובים קרית טבעון ובסמת טבעון בנויים על רכס, והיער מצוי במורד – במדרונות ובעמקים. א. שטח העמק מוקף באדום; ב. סכרונים האבן שהוקמו באפיק מאפשרים לאגם את מי הנגר העירוני ומווסתים את זרימת מי הנגר והסחף במורד. צילום: אורן שפר, שמואל אדלר.

לשיפור מערך הדרכים, ניטעו עצים, והוקמו מתקני אבן להשהיית זרימת מי הנגר והסחף שמקורם בשטח הבנוי של טבעון ובסמת טבעון ובמדרונות במעלה (איור 2).

דוגמה נוספת יש באזור הדרום בנחל זדה, המווסת נגר וסחף של היישוב ניר צבי. הנחל ממוקם בלב שטחים חקלאיים במעלה אגן נחל גרר. בעבר אפיק הנחל היה נתון לעיבוד חקלאי, וקטעים לאורכו הפכו לאתר מזבלה. שיתוף פעולה עם התושבים והמועצה האזורית אפשר את הפסקת העיבוד החקלאי באפיק ואת שיקום אתר המזבלה

קרקע ומים ביערות אלה עשו לשפר את הקליטה ואת ויסות זרימת הנגר והסחף מהשטחים שבמעלה היער, לשקם נזקי שיטפונות ביער ולצמצם נזקי שיטפונות בשטחים במורד (שטחים חקלאיים, שטחים בנויים, תשתיות). ויסות זרימת הנגר והסחף עשוי להפוך את הנגר והסחף ממכגע למשאב מועיל בתחום היער.

בבק"ל קיימים ידע וניסיון יישומי בתכנון שימור קרקע ובהשהיית נגר ביער. לדוגמה, במרחב צפון ביער 'אלונים' באזור הגליל המערבי בוצעו בשנת 2019 פעולות



איור 3

דוגמה לרצועת יער לאורך נחל זדה, המווסתת נגר וסחף לאורך אפיק במעלה אגן היקוות

א. תצלום אוויר של רצועת היער לאורך נחל זדה מצפון למושב שדה צבי; ב. רצועת היער לאורך נחל זדה ודרך המצע המפרידה בין רצועת היער לשטח החקלאי. העבודה בוצעה לפני כעשור. צילום: יצחק משה, מוטי שריקי.

יישובים עירוניים וחקלאיים, וכן עם משרד החקלאות ורשויות הניקוז. בשנה האחרונה בוצעו תיאומים ותוכניות משותפות ביערות מרחב צפון עם רשות הניקוז ירדן דרומי, וגויס תקציב משותף לטיפול ביער מורדות נצרת מקק"ל, מרשות הניקוז ירדן דרומי ומהאגף לשימור קרקע במשרד החקלאות, כחלק מהמאמץ להגן על היישובים במורד. נערכו תיאומים ותוכניות עם רשויות הניקוז שקמה-בשור, שורק-לכיש וקישון.

השימוש ביערות קק"ל כאמצעי לוויסות זרימות הנגר והסחף ולהקטנת הנזקים יעצים את שירותי המערכת האקולוגית של יערות קק"ל לפיתוח בר-קיימא במדינה.

תוך יצירת מתקני עפר להשהיה ולוויסות זרימת הנגר והסחף שמקורה בשטח החקלאי, כמו כן, בוצעו נטיעות ונסללה דרך מצע בשולי רצועת היער. הדרך משמשת את החקלאים, תושבי האזור ומטיילים (איור 3). מוצע להטמיע בתוכניות הממשק ליערות את היערות שנבחרו כבעלי עדיפות לטיפול בוויסות הנגר והסחף, להגביר את המודעות לחשיבות הנושא בקרב עובדי הייעור, ולקדם תוכניות ותקציבי ביצוע ותחזוקה מתאימים לשימור הנגר והסחף ביער.

מאחר שהטיפול ביער תורם לכלל אגן ההיקוות, מתחייב שיתוף פעולה עם גופי מדינה, עם רשויות התכנון, עם

מקורות

- Hudson N. 1985. *Soil Conservation*. London: Batsford Academic and Educational.
- Brooks K, Ffolliott P, Gregerson H, and DeBano L. 1997. *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press.
- UN. 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.
- <https://www.preventionweb.net/publications/view/45418>

- ארבל ש. 2004. דו"ח ראשוני מחקירת אירוע זרימה בנחל בתרים מתאריך 29.10.2004. התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות.
- ארבל ש. 2021. מחקר תחנות LTER בנושא יחסי גשם נגר. דוח תלת-שנתי שהוגש לוועדת המחקרים קק"ל.
- נטק מ וארבל ש. 2006. השפעת הייעור, פעולות שימור קרקע וניהול רעייה בדרום הארץ על היבטי זרימה וסחף קרקע. התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות.
- צעדי א, קטרה י, שריג ש, ברקאי ד וקנול י. 2016. בחינת השירותים האקולוגיים של חורשות הקק"ל הנתועות בגבול שטחים חקלאיים על מזעור פיזורם של מזהמים וחומרי הדברה. מרכז מחקר גילת – מנהל המחקר החקלאי.



נחל הבשור, ייעור למניעת סחף קרקע, מאי 1962
צילום: דוד רובינגר, ארכיון הצילומים של קק"ל



יער עירון

עדי נוי איוניר

אדריכלית נוף, מנהלת מחלקת תכנון מרחב מרכז
AdiNoy@kkl.org.il

שטחי היער. האפשרות להסב את הכרייה לתת־קרקעית ולשמר את היער עדיין לא מיושמת בשל עלויות הכרייה. קק"ל הובילה בחינה של העלויות הסביבתיות של החציבה הפתוחה אל מול הכרייה התת־קרקעית, והוכיחה כי הנזק הסביבתי ליער ולאזור שייגרם מחציבה פתוחה הוא בלתי הפיך. הנושא טרם הובא להכרעת מוסדות התכנון. ביישוב חריש נבנו על פי החלטת מדינה אלפי יחידות דיור בעשור האחרון, והוא בדרכו להפוך לעיר. נכון לאמצע שנת 2021 מתגוררים בו כ־25,000 תושבים. יעד האוכלוסייה של משרד הבינוי והשיכון הוא 100,000, ואף יותר. היות שהיישוב חריש נבנה בלב יער עירון, הקטין את שטחו, ויצר קיטוע משמעותי בין חלקי הנותרים (ובכך הפך את היער למעשה ליער סובב חריש), כל הרחבה נוספת של היישוב תהיה על שטחי יער נוספים. מחלקת התכנון של מרחב מרכז הזמינה סקר אקולוגי כדי להבין את משמעות ההרחבה. הסקר בחן את ערכי הטבע הקיימים באזורי היער השונים וכיצד הם מתפקדים במסדרון האקולוגי, כלומר עד כמה מתאפשרת כיום תנועת מיני צומח ובעלי חיים. הסקר האקולוגי בוצע באביב-קיץ 2020. על פי ממצאי הסקר, יער עירון מאופיין בעושר של תצורות צומח (תצורות שונות של יערות, חורש, בתה, שטחי חקלאות שונים ככרמי זיתים, פלחה ועוד), והוא אזור המפגש הדרומי ביותר בעולם של חברות שונות של יער אלונים טבעי (של אלון התבור,

יער עירון נמצא בסמיכות למחלף עירון, אחד המחלפים השוקקים בארץ, המחבר בין כביש 65 לכביש 6. מעטים מהנוסעים (או מהעומדים בפקקים) מודעים ליער ייחודי זה, העשיר בערכי טבע ומורשת רבים. היער מצוי בסיכון עקב יוזמות פיתוח שונות המאיימות לפגוע בו. יער עירון עוטף את מחלף עירון. חלקים ממנו טבעיים ובהם חורש ים תיכוני, אחרים ניטעו במיני מחטניים והוכרזו כשמורות יער עוד בימי המנדט הבריטי, ובחלק ממנו נטעה קק"ל אורנים במהלך השנים. היער נמצא בצומת מפגש המסדרון האקולוגי המזרחי (צפון-דרום) עם המסדרון הרוחבי (מזרח-מערב). כיוון שזהו אזור מרכזי, הוא גם צומת של תשתיות ארציות. מלבד כבישים, עובר בו המוביל הארצי, ומתוכננים בו תוואי מסילת עירון – קו הרכבת המזרחי, קווי חשמל במתח־על (400 קוט"ש), במתח עליון (161 קוט"ש) ובמתח גבוה (22 קוט"ש), קו הגז הארצי ועוד. ריבוי התשתיות והפיתוח יוצר קיטוע של המסדרון האקולוגי, משמע – עשוי להיווצר חסם במעבר מיני צומח ובעלי חיים בין מרכז הארץ לצפונה ובין מערב הארץ למזרחה. בלב היער נמצאת מחצבת ורד המספקת חומרי חציבה ובנייה לאזורי בינוי ופיתוח רבים. לא נמצאו לה חלופות מבחינת סוג חומר הגלם שהיא מספקת, ולכן היא צפויה להיות פעילה בעשורים הקרובים ואף להתרחב על חשבון

עירון" הוותיק, הנמצא ליד מחצבת ורד, ולהכשרת שבילי הליכה ורכיבה חדשים כדוגמת "שביל ואדי ערה" שיחבר בין כל יערות האזור והיישובים הרבים בו. לאזור פוטנציאל להפוך ליער קולט קהל מרכזי במרכז הארץ. תוכנית אב ליערות ואדי ערה, שיער עירון הוא חלק מהם, הוכנה במרחב מרכז בשיתוף נציגי הקהילות השונות. תוכנית זו מתווה את הדרך לאופי הפיתוח והשימור של יערות האזור, ותוכניות העבודה השנתיות לקידום נגזרות ממנה.

תושבי הסביבה, יהודים וערבים כאחד, וכן תושבי חריש שזה מקרוב באו, החלו לגלות את קסמי היער ופועלים במרץ לשמירתו. קק"ל והרשויות המקומיות מעודדות דו־קיום ופעילויות משותפות ביערות. הן פועלות לצד עמותות שונות, ויחד הן מעלות את המודעות הציבורית ומעורבות הקהילות, ובכך מסייעות רבות בשמירה על השטחים הפתוחים בהיבט התקשורתית-תודעתי ובהיבט הפיזי – מבצעי ניקיון, ערנות למכשעים ויוזמות לפעילויות.

תפקידנו במערך התכנון של קק"ל הוא לעקוב אחר התוכניות השונות המאיימות על היער, ולנסות לשנותן כך שלא יפגעו בו. דרך הפעולה שלנו היא כתיבת חוות דעת, ליווי המתכננים והשתתפות בדיונים במוסדות התכנון, והיא מאפשרת לנו להבטיח את קיום שטחי היער כמשאב ציבורי למען הדורות הבאים ולפתחו להנאת הציבור הרחב.

אלון מצוי ואלון תולע). בסקר בעלי החיים נמצא עושר מינים גדול: צבאים ויונקים אחרים, 17 מיני זוחלים (מתוך 100 מינים ותתי-מינים הקיימים בארץ), עשרות מיני ציפורים מקננות, מהן חמישה מיני דורסים, ומעבר רציף בין חלקי היער השונים למרות קיטוע שגורמות תשתיות שונות.

ממצאים אלה מחזקים את חשיבותו של היער כ"עוגן טבעי" במסדרון האקולוגי – היות שהמסדרון הוא ברובו שטחים חקלאיים, חשיבותו היא בהיותו אזור מעבר בין העוגנים שמתקיים בהם עושר מינים, כדוגמת אזורי הקינון והשיחור. מדרום למרחב זה כמעט ולא נותרו עוגנים טבעיים משמעותיים עד לאזור יערות צור נתן וחורשים. השמירה על יער עירון וההגנה עליו חשובות בשל מאפייניו ובייחוד לאור מיקומו הגיאוגרפי. המיקום מקנה לו חשיבות רבה מבחינת קישוריות אקולוגית של צומח ובעלי חיים בשדרת ההר של ישראל מצפון הארץ למרכז וגם משדרת ההר לאזור השפלה והחוף, וכן יש לו חשיבות כיער קולט קהל לציבור הזקוק לשטחי נופש נוספים.

עד השנים האחרונות מעטים טיילו ביער ובסביבתו. בשנים האחרונות גילו אותו רוכבי אופניים, ובעקבותיהם מטיילים ותושבים חדשים שהגיעו לאזור. ככל שהאוכלוסייה גדלה, גובר הביקוש לאתרי פנאי ונופש בשטחים הפתוחים, וקק"ל פועלת לתוספת ולשדרוג של חניוני פיקניק, בהם "חניון



יער עירון, צילום מכיוון מחלף עירון, 2020
צילום: לב וקסמן



כנס יערות קהילתיים במרחב מרכז

נעמי אביב רוזן

מנהלת מחלקת קליטת קהל אזור מרכז
NaomiA@kkl.org.il

בשאלות כמו מהו יער קהילתי עבורם, ואיך היו מבקשים להעביר בו את הזמן הפנוי שלהם. התובנות שעלו מהסקר ומהשולחנות העגולים שבאו לאחר מכן, הובילו לבניית חזון ליער, וממנו נבנה התהליך הנדרש להפעלת היער בהיבט הקהילתי-חברתי ומבחינת הצרכים הפיזיים המותאמים לקהילה. ממפגשים אלה צמח הגרעין הראשון של נאמי היער הקהילתי, שהם מתנדבים הפועלים ביער באופן קבוע, ובסופו של דבר נוצרה הכשרה ייחודית לנאמי יער. חלק מרכזי בניהול חיי היער נעשה על ידי נאמי יער, שמקדישים מזמנם לטובת פיתוח חיי הקהילה ביער ושמירה עליו מפני איומים של פסולת, ונדליזם ובנייה.

לא רק המבנה השונה של היערות הקהילתיים אתגר את המודל, אלא גם מגפת הקורונה. וכך מצאנו את עצמנו מקיימים שולחנות עגולים דרך הזום, ואפילו קיימנו בצורה זו קורס הנחיה ביער. ביער עצמו נעשו הפעלות מצומצמות ואינטימיות, שדרשו היערכות שונה. מצד שני, עקב מגבלות התנועה בתקופת הקורונה הייתה חשיבות מרובה לריאות ירוקות סמוך לעיר, והן הביאו למקום קהל רב שלא היה מודע לו קודם לכן.

היערות הקהילתיים במרחב מרכז מגוונים מאוד. חלק מהם ותיקים, עוד מהימים הראשונים, כשרק התחילו בקק"ל להטמיע את נושא היער הקהילתי. אחרים עוברים את השינוי ליער קהילתי בפעם הראשונה במסגרת המיזם החדש. ישנן

יער קהילתי הוא יער גובל יישוב, המהווה משאב סביבתי חיוני לאיכות חיי התושבים. ליער קהילתי יש תרומה חברתית, סביבתית וכלכלית לקהילה ולרשות המקומית. נוסף על כך, שיתוף הפעולה בין קק"ל לרשות המקומית ולתושבים מחזק את הקשרים ביניהם ומסייע בשמירה על השטח הפתוח מבחינת ניהול היער ובהיבט הסטטוטורי.

יערות קהילתיים הוקמו בישראל כבר בשנת 2004, אולם בשלוש השנים האחרונות החליטה הנהלת קק"ל לקדם את הנושא כמרכיב מרכזי בפעילות מול הקהילות המקומיות ולהקצות לו משאבים כספיים וכוח אדם. לשם כך, יצא לאנגליה צוות מקצועי, והביא משם מודל מחודש להפעלת היערות ברשת ארצית. המיזם הניסיוני החל בשנת 2018 במרחב מרכז, והוא כולל כיום שמונה יערות קהילתיים: יקנעם, ערעה-ערה, שוהם, ראש העין, עין כרם, הר נוף, מעלה רמות ורמות אלון.

המודל מתאר את אופן הפעולה להנעת הפעילות ביערות הקהילתיים, ובו משולש הכולל את הקהילה, הרשות המקומית וקק"ל. הנעת הפעילות מותנית בחתימה מראש על אמנה בין הרשות לקק"ל, שמגדירה את האחריות של כל צד. למרות המבנה הקבוע והסכמטי של המודל והגדרת תהליכי העבודה, כל קהילה מאופיינת בהתאם לצרכים הייחודיים לה. אחד הנושאים החדשים שנכנסו למודל הוא שיתוף ציבור מקוון. התושבים התבקשו להביע את דעתם

בין הקהילות השונות. בכנס נערך משחק היכרות, ולאחריו כל קהילה הציגה את עיקר פועלה וייחודה. בהפסקה הוצגו בפני הפעילים ערכות שמפיקה חטיבת החינוך בקק"ל להפעלה ביער, ולאחר מכן השתתפו הנוכחים בקבוצות דיון בנושאים שונים שהועלו במהלך ההרשמה המוקדמת. נוסף על כך, כל משתתף קיבל תיק עם מוצרים שונים ועליהם הלוגו של היער הקהילתי.

המשובים שהתקבלו מהמשתתפים היו מצוינים, וחלק מנאמי היערות כבר קבעו ביקורים זה אצל זה ללמידה ולהעשרה.

קהילות ממגזרים שונים (חילונים, דתיים, חרדים וערבים) ולכולן מכנה משותף: כל חברי הקהילות מוקירים את הקשר שבין אדם לסביבה, בין הקהילה והטבע סביב לה.

ב־1 ביולי 2021 התקיים הכנס הראשון בסדרת כנסים שנתיים למתנדבים ולפעילים ביערות הקהילתיים במרחב מרכז. מתנדבים הם אנשים הפועלים לטובת היער והקהילה שלא למטרת רווח כספי, גם באופן חד־פעמי, ופעילים הם בעלי תפקידים הפועלים למען היער הקהילתי, ובכללם רפרנטים עירוניים. הכנס התקיים בשעות הערב במתקן קק"ל במרכז שדה ונוער בנס הרים. הכנס הוא נקודת שיא בעבודה עם נאמי היער, והוא ראשון מסוגו בקק"ל. הכנס נועד בראש ובראשונה להוקיר את פועלם של המתנדבים אך גם ליצור עבורם תחושת ערך. מטרת הכנס הייתה היכרות ורישות



כנס ראשון בנושא יערות קהילתיים, יולי 2021
צילום: נטע מזרחי



מפגש למידה: קהילת עין כרם מארחת את
קהילת קריית מלאכי בעקבות הכנס, 2021
צילום: פולה כהן



פארקים בניהול משותף במרחב דרום – המענה להזנחה ולתחזוקה לקויה

טלילה ליבשיץ

מנהלת מחלקת קליטת קהל מרחב דרום, קק"ל
TalilaL@kkl.org.il

כנכס אקולוגי וחברתי, החיוני לרווחת תושבי הקהילה ולבריאותם הגופנית והנפשית. במרחב מאמינים כי זו הדרך הנכונה להמשיך לנהל, לפתח ולנטר את הפארקים לטובת תושבי הרשות ואורחים מזדמנים וכן לשמירת החי והצומח בפארק.

עד כה חתמו על האמנה מעל תריסר רשויות במרחב. מנהל או מנהלת הפארק נבחרים מקק"ל או מהחברה הכלכלית (החכ"ל) של הרשות. המנהלה המורחבת מתכנסת במועדים קבועים מראש לדון בעבודתם של צוותים מקצועיים לתכנון ולתוכן, לניהול ולתחזוקה, לתיירות ולקהילה, המקדמים את מטרות המנהלת על פי דרישות ההסכם. בפארקים בניהול משותף קק"ל שמים דגש על הכן האקולוגי וההיסטורי של הפארק, בדומה לניהול יער. אנו עורכים סקרים, מנטרים את החי והצומח ומשמרים את המורשת.

עיריית ערד הייתה בין הראשונות שנחתם איתן ההסכם החדש לניהול משותף. בתחילת חודש יוני ציינו תושבי ערד ועובדי קק"ל את ראשית הקיץ בחתימה על כתב האמנה, לאחר שבמהלך השנים נשכח הפארק שהוקם בשנות

במהלך העשורים האחרונים פיתחה קרן קימת לישראל פארקים עבור תושבי הרשויות במרחב דרום, לדוגמה: פארק בן-גוריון בדימונה, פארק הצפרות באילת, פארק ירוחם, פארק ספיר בערבה, פארק נחל שקמה בצפון-מערב הנגב, פארק אופקים, פארק גולדה בהר הנגב ופארק ערד. חלק מהפארקים נמצאים בתוך היישוב, חלק מהם צמודי דופן, וחלק במרחק נסיעה קצרה ממנו. במסגרת הפיתוח בוצעו פעולות שונות: נטיעת עצים והצבת שולחנות פיקניק, שתילת צמחייה מתאימה לאזור, טיפוח מדשאה, הצבת מתקני משחק לילדים והכשרת שבילי אופניים.

בשל היעדר הסכמות על תחזוקת האתרים וחוסר עיגון תקציב לתחזוקה שוטפת התדרדר מצבם של האתרים עם הזמן. חשיבה שנעשתה במרחב דרום, הביאה לפיתוח מודל של מנהלה משותפת עם הרשות המקומית ועם שותפים טבעיים (כדוגמת רשות ניקוז, יחידה סביבתית) האוגמים תקציב משותף לריכוז ההשקעות, מתכללים ידע, הוגים ומגשימים חזון לפארק. סיעור מוחות הוביל לניסוח אמנה המעידה על המחויבות לפעול יחד לטיפוח הפארק

חדשה שעתידיה להיבנות כחלק מהתפתחות העיר. כיום מוקמים הפארקים הבאים בניהול משותף במרחב דרום: פארק תאטרון יער גברעם לזכר חללי צוק איתן, פארק קריית מלאכי נחל האלה, פארק נחל גרר רהט, פארק ע"ש אריה לובה אליאב קרית גת ופארק נחל בווה נתיבות. הקורונה מוכיחה לנו את הנחיצות בשטחים פתוחים בסביבה העירונית, והפארקים המשותפים הם הבטחה ומענה לצורך הקיומי של כולנו לפנאי ולנופש.

ה־90, ולא התקיימה בו כל פעילות עירונית. לרגל טקס החתימה שבו תושבי ערד לפקוד את הפארק, צפו בתאטרון יער, פיצחו ארגז בריחה, וחגגו בפעילות מוזיקלית. בתחילת אוגוסט, כחלק משיקום הפארק, חגגו כאלף משתתפים ערב קסום של הופעות וסדנאות. כל משתתף קיבל שי – בקבוק מים רב־פעמי – לקידום הקיימות, לחיזוק הזיקה בין ערד לפארק ולציון יצירת מרחב פעילות ציבורי איכותי המתייחס לסביבה המדברית הרגישה. פארק ערד מרוחק כיום ארבעה ק"מ מהעיר, אולם בעתיד יחגור שכונה



פארק עמק התכלת, 2019
צילום: יעקוב שקולניק, ארכיון הצילומים של קק"ל



פארק העיוורים סיפור של מקום

טליה בקר¹ | יחיאל כהן² | מירב דוידיאן³ | נטע מזרחי⁴

- | | |
|---|---|
| 1 | רכזת קליטת קהל, אזור מנשה והשרון, קק"ל
TalibB@kkl.org.il |
| 2 | סגן מנהלת מרחב מרכז, קק"ל |
| 3 | ממונה נגישות ארצית, אגף התכנון, קק"ל |
| 4 | רכזת קליטת קהל, אזור החוף, קק"ל |

השביל מתפתל לאורך כ־500 מטר ועובר דרך נקודות עניין מגוונות בפארק: בורות מים, גת לדריכת ענבים וחורבה עתיקה. סמוך להן יש שלטי מידע ייחודיים ובהם תבליטי איורים והסברים בכתב ברייל. השביל מקיף בוסתן קדום, ובהמשך ניטעו עצי פרי נוספים, כגון תאנים, רימונים, שקדים, זיתים וחרובים. לשביל שלוש טבעות מעגליות, והן יוצרות אצל המטייל תחושה של מקום גדול יותר. לאורך השביל נבנה מאחז יד, ואבני השפה של השביל הוצבו באלכסון, כדי שאדם שנעזר במקל נחייה יוכל לחוש בהן ביתר קלות. בשביל הוצבו אלמנטים ייחודיים, ובהם ספסלים שגולפו בבולי עץ ושוקת אבן. אל השוקת נאספו מחטי אורן ואצטרובלים שנשרו מהעצים הסמוכים, כדי שלקויי הראייה יוכלו לגעת בהם ולחוש אותם. השביל מתפצל ומקיף ערוגה גדולה, שנשתלו בה צמחי תבלין ארומטיים המפיצים את ריחם עם כל מגע או משב רוח. בכניסה לפארק הוצב פעמון רוח שמטרתו להכווין את העיוורים לפארק. ספסלי עץ הונחו

יער בן שמן משתרע על שטח של כ־30,000 דונם. הוא מהווה "ריאה ירוקה" בלב גוש דן, ואלפי מטיילים פוקדים אותו מדי שנה. לפני כ־20 שנה פילסה קק"ל ביער שביל שמותאם ללקויי ראייה, וכיום מצוי בלב היער פארק שכולו חוויה של חושים – פארק העיוורים, שהוקם כחלק ממכלול אתרים נגישים. הזרז להנגשת חניונים ואתרים קולטי קהל ביערות היה חוק שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלות, תשנ"ח-1988.

הרעיון להקמת פארק העיוורים והשביל בתוכו נולד במשרדי עמותת פעולה במודיעין, הפועלת לטובת אנשים עם לקויות ראייה. את התכנון הובילה מחלקת התכנון של קק"ל יחד עם אדריכלית הנוף צופיה רוזנר. צוות התכנון סייר ברחבי הארץ כדי ללמוד מפרייקטים קיימים שמונגשים לעיוורים ומתחשבים בצורכיהם, כמו גן הנדיב והגן הבוטני בדרום תל אביב. לצוות הצטרף אדם עם לקות ראייה, והוא גם תרגם את הטקסטים באתר לכתב ברייל.

והועדפו אלמנטים מאבן וממתכת. השביל שהתבסס בעבר על מצעים (מה שנקרא בלשון העם כורכר או "מחלוטה" – חומר מחצבה) רובד באספלט, ושיפוועו הותאם לתקנים. אבני השפה האלכסוניות נשמרו בצידי השביל ומאחז היד המוביל הוחלף במאחז חדש לכל אורכו. סמוך לחורבה נבנתה סוכת גפן, ורחבות העץ הוחלפו באבנים מסותתות. ספסלי העץ חודשו, ותוכנן מקום פנוי בקרבתם, כך שאדם היושב בכיסא גלגלים יכול לשבת לצידם. כדי להדגיש את אזורי הפעילות הוצבו בכניסות אליהם פסי אבן ששולבו באספלט, שמשמשים פסי נחייה לאנשים עם לקויות ראייה קלות יותר. קיר האבן בכניסה חודש אף הוא, והוצב בו פעמון רוח. בשביל שולבו אמצעי שמע המאפשרים לשמוע את סיפור המקום דרך יישומון ייעודי. ערוגת התבלינים נבנתה מחדש, הונמכה לטובת גישה נוחה יותר, ונשתלו בה צמחי תבלין. בבוסתן ולאורך השבילים ניטעו עצי פרי ונשתלו פקעות של רקפות וחצבים. כיום מתקיימות בפארק פעילויות של עמותת פעול"ה, כמו טיפולי שיאצו, וכן מגיעות לאתר קבוצות רוכבים באופני "טנדם".

לאורך הטרסות המלוות את השביל. בקרבת הפארק הוקמו שני חניוני פיקניק נגשים. הפארק נמצא על אם דרך סינגל אופניים, שרוכבות בו גם קבוצות רוכבים באופני "טנדם" המותאמים לאנשים עיוורים.

הצורך בשיקום הפארק

הפארק שהיווה מוקד משיכה לאלפי מטיילים ובהם אנשים עם לקויות ראייה, סבל מחוסר תחזוקה, ומצב השביל התדרדר. כמו כן, עם תיקון ועדכון חוקי הנגישות עלה הצורך להנגיש את השביל לכלל האנשים עם מוגבלויות. אדריכלית הנוף וצוות מלווה רחב מקק"ל החלו בתכנון מחדש של השביל. לפגישות הראשונות הוזמנה גם עמותת פעול"ה שנתנה את הדגשים שלה לתכנון. העיקרון המוביל בשדרוג השביל היה שימור הרעיונות שהתכנון המקורי התבסס עליהם, והתאמה לתקני הנגישות. נוסף על כך, הוחלט שמרכיבי השביל חייבים להיות עמידים לפגעי הזמן ולוונדליזם, ולכן הופחת השימוש באלמנטים מעץ



רוכבי אופניים בפארק העיוורים
צילום: בלה נודלמן



השביל הראשי בפארק העיוורים והמעקה שנועד לסייע להתמצאות
צילום: בלה נודלמן



דרך מלכי יהודה בשפלת יהודה

טלילה ליבשיץ¹ | סער גנור²

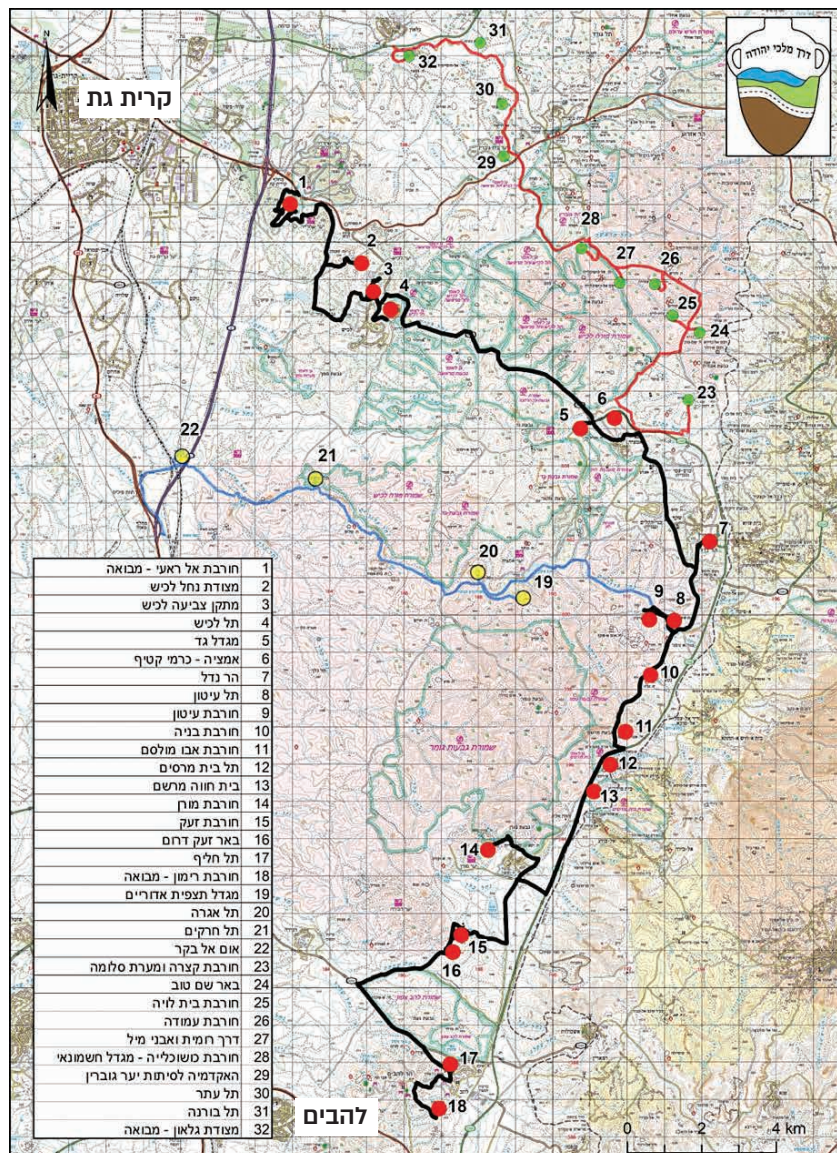
- 1 מנהלת מחלקת קליטת קהל מרחב דרום, קרן קימת לישראל
TalilaL@kkk.org.il
- 2 ארכאולוג מחוז אשקלון ונגב מערבי, רשות העתיקות

התקופה הביזנטית, על פני כ־100 ק"מ. ניתן לסייר לאורכה ברגל וברכב בדרכי עפר ובדרכים סלולות. לדרך שלוש כניסות עיקריות: חורבת אל ראעי ביער שחריה, מצודת גלאון ביער גוברין וחורבת רימון שביער להב. עבודות החפירה באתרים השונים עדיין נמשכות. בשל עיכובים שנגרמו מהקורונה לא התאפשרו גיוס מתנדבים לחפירה וכן עבודה עם הקהילה.

עד כה פותחו שלושה אתרים מרשימים קולטי קהל לאורך הדרך:

- בית חווה מרשם ביער מורן (13)
<https://www.eyarok.org.il/trip.aspx?id=2851>
- מצודת גלאון ביער גוברין (32)
<https://www.eyarok.org.il/trip.aspx?id=2988>
- מגדל תצפית אדוריים ביער אמציה (19)
<https://www.eyarok.org.il/trip.aspx?id=2989>

"דרך מלכי יהודה" היא דרך העוברת באתרים ארכאולוגיים בשפלת יהודה (ממצודת גלאון בצפון ועד לחורבת רימון בדרום). הדרך מותגה כדרך מלכי יהודה כיוון שחלק מהאתרים שהיא עוברת בהם מתוארכים לתקופת ממלכת יהודה בימי הבית הראשון, 1020–586 לפנה"ס. הדרך נהגתה לפני כעשור במשרדי מרחב דרום ברשות העתיקות. חלק הארי מהאתרים בה, הקשורים למאורעות היסטוריים (מהמאה ה־12 לפנה"ס ועד למאה ה־6 לספירה), חוסים בצל היערות. היות שכך, נרתם מרחב דרום של קרן קימת לישראל והפך לשותף מרכזי בהגשמת הרעיון. רשות העתיקות אחראית על חפירת האתרים הארכאולוגיים לאורך הדרך, לשימורם ולחקירתם, ואילו עובדי קק"ל מטפלים במפגעי בטיחות, בהכשרת דרכי גישה וחניוני נופש ובהתקנת המסרה להעצמת חוויית המבקרים. את הדרך החלו לפתח בשנת 2017, והיא כוללת 32 אתרים ארכאולוגיים מתקופות שונות, מימי בית ראשון ועד



דרך מלכי יהודה בשפלת יהודה



מצודת גלאון, יער בית גוברין, יוני 2020
צילום: טלילה ליבשיץ, ארכיון הצילומים של קק"ל



יער של ספרים

גלעד אוסטרובסקי

מנהל אגף הייעור, קק"ל
Gilado@kkl.org.il

החיים הנסתרים של העצים, מאת פטר וולבן, הוצאת אסיה, 2018

לפטירות להמשיך את העבודה עבורו ולהגדיל את הפתח כך שיתאים לקינון. תא הקינון הקטן מוגן מפני טורפים ומאפשר את גידול הגוזלים. כשהם פורשים כנף, מגיעים דיירי המשנה, אלה שאינם יכולים לבנות בעצה בכוחות עצמם, למשל הסיטה האירופית (ציפור קטנה מן הנקר) הבונה קינים בחורי הקינון הנטושים של הנקר. הפתח גדול מדי לצרכיה, ולכן היא מקטינה אותו בעזרת בוש המונח בשוליים של פתח הקן. לא פעם יוצרים הנקרים מספר חורים, ומבחינת העץ זוהי נקודת חולשה המסכנת אותו. ואכן, עד מהרה מגיעות הפטריות שמאיצות את תהליך הריקבון ויוצרות חללים גדולים יותר המתאימים לאירוח הלילית המצויה וחברותיה. העץ כבר לא יוכל לסגור את הפצע, ונראה שדינו נחרץ, אך הוא ממשיך להאריך חיים בד בבד עם תהליכי הריקבון שמעמיקים בתוך הגזע. העץ עדיין עומד זקוף, אך נרקב מבפנים, ומהווה בית לקהילת חיות מורכבת. מינים רבים של נמלים ופטריות מפרנסים חרקים וזוחלים הניזונים מהפרשות בתוך תוכו של העץ. העץ נחלש ולבסוף נופל, אך הוא נתן שירות טוב לקהילה. אפילו גוויית העץ, מעצם קיומה, ממשיכה להעניק שירותים חיוניים לעצים סביב ולתמוך במגוון הביולוגי העשיר ביער. כך אנו מתוודעים לעולם עשיר ומופלא הנסתר מעינינו.

בסיפור הקטן הזה עולה מסר משמעותי על ייחודו של העץ כאובייקט גדול ומסועף, מאריך ימים, בית גידול רב־ממדי הנמצא בקשרי גומלין עם מגוון מינים. לא אחת במהלך קריאת הספר הרהרתי במשמעותו של המושג 'המגוון

פטר וולבן, מחבר הספר, הוא יערן ותיק שעבר כשרת דרך. את ראשית דרכו המקצועית עשה ביערות המסחרית, והוא מעיד על עצמו שהיא צמצמה את מבטו, ושלא היה ער לממדים רבים הקיימים בחיי היער. הוא מספר שמהחל לארגן סיורים ביער, נפקחו עיניו, ותפיסתו היערנית חזרה לתקינותה. הוא החל לראות ערך רב בגזעים מעוקמים ובשורשים מוזרים, עולם ומלואו שלא היה ער לקיומו. מאז הוא מנהיג ביער שנמצא בניהול שיטות עבודה שניתן לכנותן יערנות אקולוגית. הן נשענות על לימוד מעמיק, על התבוננות ארוכת שנים ועל הבנה שיש לצמצם את ההפרעה האנושית ביער ובכך לתרום לשגשוגו.

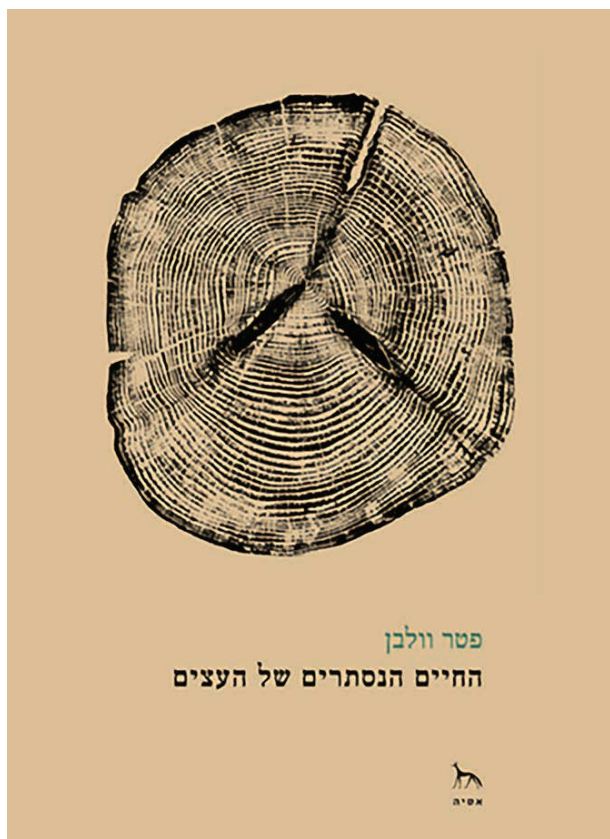
זהו איננו ספר על יערנות אקולוגית, וקסמו טמון בדבר מה אחר. וולבן מציג לנו את חיי היער בפרקים קטנים ומדויקים, ובכל אחד מהם נמסר מידע מעניין ומעשיר, שרוח של אהבת היער שזורה בו, יחד עם ידע מחקרי מעמיק והתבוננות ארוכת שנים. המילים מונחות בנעימות על הדף, מדויקות, מתבססות על מחקרים, סיורים ותצפיות לאורך שנים. ייחודו של הספר הוא בפרשנות הקהילתית שלו. לכל אורכו הוא נוקט האנשה של היער, ומדגיש את חשיבותה של "קהילת היער" המורכבת ממיני העצים ומכל עולם החי והצומח שבה. שמות הפרקים מלמדים על כך היטב: 'חברויות', 'אהבה' (בזכות המגוון הגנטי), 'עזרה סוציאלית' ועוד.

בפרק 'דיור ברהשגה' הוא מדגים את התפיסה הקהילתית שלו, וחושף בפנינו עולם שלם של חיים וקשרי גומלין בקומות העליונות של היער. הנקר מגיע לגזע העץ כדי להכין תא קינון. הוא "קודח" בגזע ויוצר חור קטן, ואז מניח

ברמת העץ הבודד או העומד היעני מחמיץ את המבט הנופי הרחב, את הרצף היעני, ונעדרת התייחסות ליער הגדול ולתכנון היער והעבודה בו. מי שכמעט ואינו נוכח בספר הוא האדם. היערות מהווים תשתית ראשונה במעלה לפעילות אדם, והם מנוהלים באופן אקטיבי למטרות מגוונות. אם כן, מהו תפקידו של היער? איך מתנהל ממשק היער וכיצד מגשרים על הפער בין שיטות העבודה של היערנות המסחרית לתובנות האקולוגיות? האם היער הקהילתי שהמחבר עובד בו הוא אי קטן וחריג המוקף בים של יערות מסחריים? אין לדעת. בכל אלה הספר אינו עוסק.

אך חוסרים אלה אינם מעיבים על מעלתו. הספר מזכיר לנו גם את חזון היערן כאיש רב־תחומי, כאדם שלומד ומתפתח כל חייו, עובד וקורא, פועל וחוקר. הוא תמיד נמצא בזיקה לקהילת היער ולקהילה האנושית. היערן הוא איש 'המשך הארוך', הוא מבין שתמיד יביט לאחור, יראה את שגיאות העבר, וילמד מהן.

סיפורו של היער מוצג בסיפורים קטנים, היוצרים תמונה עשירה ויפה, מורכבת ונסתרת. זוהי מהותו של היער. הנופים הרחוקים של אירופה ומיני העצים הנזכרים בו (אשור, אשוחיות וכו') מעוררים את השאלה מתי יהיה לנו ספר ישראלי שכזה, בכיכובם של האלון והאלה, האורן והברוש, הקטלב והשיזף?



כריכת הספר החיים הנסתרים של הצמחים

הביולוגי, שאנו מרבים להשתמש בו ולעסוק בו. האם אנו יודעים ומכירים את מלוא התרומה של העץ למגוון הביולוגי? על פי הנהוג כיום בסקרים אקולוגיים, ניתן משקל רב למינים העשבוניים, ומספרם הרב כובש את התמונה כולה. אולם המבנה המורכב של היער, על קומותיו, יוצר תנאים מגוונים לפי כמות האור המשתנה, הלחות, הגובה מפני הקרקע ומשתנים נוספים, ונראה שעדיין אין לנו היכרות טובה מספיק עם אוכלוסיית הקומות הגבוהות. במחקר שמוזכר בספר, רוסס עץ עתיק בן 600 שנה ביערות בוואריה, ומן העץ נפלו 2,041 יצורים, מ־257 מינים שונים!

היכולת להתבונן בתהליכים המתרחשים ביער באינטואיציה יערנית היא מאפיין בולט של הספר. בלי גרפים ובלי נוסחאות וחישובים, הסיפור התמציתי והמדויק מביא איתו תובנה משמעותית. כך גם בפרק 'מיזוג אוויר עצי', שמראה כיצד היער בונה לעצמו אקלים מקומי המשרת אותו ויוצר דינמיקה המאפשרת את שגשוגו. הוא מציג תובנה מעניינת מיער מחטני ליד העיר במברג בגרמניה, הגדל בקרקע יבשה, חולית ודלה בחומרי הזנה. ביער ניטעו מעט אשורים למטרות גיוון, אך היה קשה להאמין שהם יתפתחו יפה בגלל מיעוט המשקעים ותנאי בית הגידול הקשים. הפלא ופלא, האשורים החלו לצמוח, והעלים שהשירו יצרו רקבובית שיכולה לאגור כמות מים גדולה. לחות האוויר עלתה בהדרגה בגלל הפחתה באידוי, והדבר אפשר לאשורים לצמוח יפה ולהתנשא מעל צמרות האורנים. התפתחות האשורים הגבירה את הצל, הורידה את הטמפרטורה והעלתה את כמות המים הזמינים. ההשפעה המצננת הזו, שפירושה פחות דיות של מים, נובעת בצורה ניכרת מהביומסה, נוסף על הצל. ככל שיש יותר עצה חיה ומתה ביער, כך מתעבה שכבת הרקבובית בקרקע ונאגרים יותר מים במסה הכוללת. הדיות גורר צינון, והצינון גורם בתורו להפחתה בדיות. כלומר, היער המתפתח משפיע על האקלים המקומי, מצנן אותו ומעשיר את בית הגידול.

הספר מביא בפנינו סיפורים קהילתיים נוספים של היער: קשרי שורשים, עזרה הדדית, הזדקנות ועמידות, והוא מפליג בחשיבותם של יערות עתיקים. מפעם לפעם נזכרת היערנות המסחרית, על הקשיים שהיא מציבה בפנינו, ובנקודה זו הספר נפגש עם תורת ניהול היער שלנו. מן הספר עולה מסר בזכות חשיבותן של הסבלנות, ההתערבות המושכלת, התובנה המדעית שתהליכים ביער מובנים לנו רק בטווחי זמן ארוכים של עשרות שנים ושחלק מהם אינם מובנים לנו כלל. הספר הוא שיר הלל ל'משך ארוך' ולהבנת היער כמערכת אקולוגית מורכבת. אין דרך לדעת מה גורלו של עץ אחד, אלא זאת ש"הבריאות שלו תלויה ביציבותו של היער כמערכת אקולוגית". אכן, מסר חשוב המתמזג יפה עם היערנות הארץ ישראלית החדשה המתהווה כאן אצלנו בימים אלה.

וכאן עליו לציין שני דברים שהיו חסרים לי בספר. העיסוק



אז והיום

עמרי בונה

מנהל מרחב צפון, קק"ל
OmriB@kkl.org.il

מצודת ביריה

שטח של 20,000 דונם, ושינה ללא הכר את הנוף סביבו. צילום המצודה משנת 1945 על רקע החרמון המושלג מעיד עד כמה אזור המצודה היה חשוף וקירח. הצילום הנוכחי בוצע באמצעות רחפן מהר ביריה מאותה זווית כמו הצילום המקורי, והצריח של מגדל התצפית מבצבץ בו מבין העצים.

מצודת ביריה הוקמה ב־1945 על ידי אנשי המחלקה הדתית בפלמ"ח ונעשתה סמל למאבק של היישוב היהודי והנהגתו בשלטונות המנדט הבריטי על הזכות לגאולת קרקע ולהתיישבות. מתיישבי ביריה עסקו, בין השאר, גם בתחילת הנטיעה של יער ביריה. היער משתרע כיום על



מצודת ביריה, 2020
צילום: דרור ארצי, ארכיון הצילומים של קק"ל



מצודת ביריה, 1945
הצילום מתוך ספרו של נחום ברוכי – "ביריה שלנו", הוצאת יהודה דקל, המועצה לשימור אתרי מורשת, 2013



מצודת ביריה, 2021
צילום באמצעות רחפן: כמאל עליאן



עצים ששווה להכיר

עמרי בונה

מנהל מרחב צפון קק"ל
OmriB@kkl.org.il

אלות אטלנטיות ליד מצודת כ"ח

זו של אלות אטלנטיות מצוי העץ הגדול והמרשים בארץ של מין זה. קוטרו של העץ 162 ס"מ, גובהו 18 מטר, ויש המעריכים את גילו ב־450 שנים (איור 1). עצים מרשימים נוספים נמצאים למרגלות הרכס, בגובה של 70 עד 100 מטר באזור שמורת עין אוזים, כ־5 ק"מ צפונה.

שני עצים מרשימים במיוחד בממדיהם גדלים בגובה 700 מטר בהר מלכיה, כ־3.5 ק"מ מערבית לחניון האלה, במטעי תפוחים של קיבוץ מלכיה. קוטרו של הגדול מביניהם 140 ס"מ, וגובהו 14 מטר (איור 2). תחת עץ זה נמצאת אבן הוקרה לחייל בן 17 מהכשרת הפלמ"ח, מנחם נימקובסקי, שנפל בקרב הראשון על מלכיה במלחמת תש"ח. עץ נוסף נמצא בקרבת מקום, קוטרו 137 ס"מ, וגובהו 12 מטר.

ברכס הרי נפתלי פזורים חורשות של אלות אטלנטיות ועצי אלה אטלנטית בודדים מרשימים ביותר, בגבהים הנעים מ־70 ועד 700 מטר מעל פני הים. אחת החורשות נמצאת בחניון האלה שהקימה קק"ל, המצוי כקילומטר אחד מערבית למצודת כ"ח בגובה 385 מטר מעל פני הים. בתוך חורשה



איור 2

אלה אטלנטית ואבן הוקרה לחלל הפלמ"ח, סמוך למטע התפוחים של קיבוץ מלכיה
צילום: עמרי בונה



איור 1

האלה האטלנטית הגדולה ביותר בארץ – סמוך למצודת כ"ח
צילום: איתמר כץ



תעודת זהות

טאהא סביח

מה שמך?

טאהא סביח.

מה התפקיד שלך?

נהג כבאית ומדריך קבלני כריתה ודילול היער בגוש נצרת.

היכן אתה גר?

כפר כנא.

כיצד התחלת לעבוד בקק"ל?

תמיד אהבתי את הטבע, וחיפשתי עבודה שקשורה ליער. בשנת 1988 קיבלתי הזדמנות לעבוד בקק"ל בגוש נצרת לפי הצעת חוסיין סמועי ז"ל, שהיה אז עוזר היערן באזור שלנו.

מה אתה אוהב בעבודה?

הכול. אני מרגיש סיפוק גדול לאחר שמסיימים לטפל בחלקת יער או לשתול עצים חדשים. כמו כן, באזור שלנו יש שרפות יער רבות, כך שעבודתי כנהג כבאית בקק"ל היא בעלת משמעות גדולה עבורי, וחשוב לי לשמור על היערות והטבע באזור הגליל התחתון.

ספר בכמה מילים על המשפחה שלך:

אני בן 56, נשוי + 6 ילדים (3 בנים ו-3 בנות). נולדתי וגדלתי בכפר כנא. לאבא שלי יש מפעל לייצור בלוקים וברזל בתחום הבנייה ובית בד לייצור שמן זית בכפר. כל האחים שלי עובדים בעסקים של אבא שלנו עד היום, ואני היחיד שיצאתי לעבוד ביער.

כמה שנים אתה עובד בקק"ל?

33.5 שנים.



and photograph the areas where the trees had fallen. At the same time, scientists at Ben-Gurion University's Remote Sensing Laboratory at the Sde Boker Campus analyzed the event using drone photographs, LiDAR, satellite images, meteorological data, and planting date data.

The findings in the Amatsiya Forest show agreement between the wind direction during the night of the storm and the direction of the fall. However, no significant correlation was found between tree density, topographic aspect, slope, and the number of trees that fell. The probable explanation for the extent of the damage in the Amatsiya Forest is, apparently, a combination of strong winds on the night of the storm with high soil moisture due to the heavy rains that fell in the area in January, February, and March. In the Shaharia forest, on the other hand, there was agreement between the number of trees that fell and the slope aspects. Therefore, it can be concluded that in Shaharia, more trees fell on southeast-facing slopes and in areas with sparse tree density.

Our conclusion is that remote sensing methods using drones, LiDAR, and satellite imagery (VENμS) can effectively map storm damage and accurately characterize spatial variables associated with damaged trees. A combination of topographic and meteorological data made it possible to assess the factors that caused these damages. Moreover, the study results show that from now on, the windstorm factor should be considered when monitoring forest systems managed by KKL-JNF.

Using Native Tree Species in Forestry in Israel and the World: Past, Present, Future

■ Tamir Klein

Israel's unique afforestation project gave a special place to its native tree species. However, failed afforestation attempts increased the use of nonnative species, such as certain species of eucalypt, acacia, and pine. The latter established well, yet in the long run there were negative effects on other plant species, animals and fungi. On the other hand, there has been progress in the identification of suitable ecotypes of native species, and select varieties have been developed (e.g. of Italian Cypress and Twisted Acacia), and lessons were learnt about protection from grazing and drought. The advantages of using native species in forestry – including their growth rate, habitat suitability, and interactions with other organisms – are increasingly acknowledged around the world. Using native species in relevant mixtures should facilitate the development of a native understory, which will better conserve Israel's unique ecosystems.

Department of Plant and Environmental
Sciences, Weizmann Institute of Science
Tamir.Klein@weizmann.ac.il

English Abstracts

Visitors Preferences in Forest Recreation Areas

■ Noga Collins-Kreiner¹ and Eran Ketter²

The study examined the characteristics, preferences, expectations and degree of satisfaction of visitors to KKL-JNF forests. The objectives of the study were to analyze visitors behavior and to formulate practical recommendations for managing and developing forest recreation areas in the field, the demands and visiting patterns of visitors to the various forests, the visit experience and the activities, infrastructure and services desired for development. The study was conducted in August-December 2019, based on the results of 538 questionnaires distributed at 16 KKL-JNF forests throughout northern Israel. The survey results indicate a high and very high level of satisfaction from visits to the recreation areas.

The study's main findings reveal visitors satisfaction with parameters they consider important – parking and vehicle accessibility, cleanliness and picnic facilities. KKL-JNF should keep cultivating these factors to maintain visitors satisfaction. On the other hand, there is a discrepancy between the significance visitors attach to the recreational facilities and the actual satisfaction from these facilities – an issue that should be taken into immediate consideration.

We suggest four policy recommendations based on the survey results: (1) upgrading the facilities in JNF-

KKL recreation areas; (2) developing attractions for visitors; (3) economic development in collaboration with the host community and (4) marketing and branding. We hope that these recommendations, which are supported by the analysis of demands and global trends, will help determine the desired future character of planning and implementation of KKL-JNF forest recreation areas as significant sites for leisure and tourism, to realize their full potential and make them anchors for tourism and economic development in northern Israel – in line with KKL-JNF's strategic vision for 2040.

Analysis of the Damage Caused to KKL Forests by the March 2020 Windstorm

■ Micha Silver, Asaf Yupiter Vanunu, Shayli, Dor-Haim, Moshe Shachak, and Arnon Karnieli¹

During the rainstorm of March 11-12, 2020, unusual wind caused heavy damage to the KKL-JNF forests, which manifested itself in the breaking and uprooting of many trees throughout the Lakhish area and south to the entrance to Be'er Sheva. This study deals with an extreme event that is expected to occur more frequently in our region as part of climate change. The project focuses on the Amatsiya and Shaharia forests, where most of the damage was concentrated.

Following the storm, KKL-JNF wardens conducted a ground and aerial survey to inspect, map,

1 Department of Geography and Environmental Studies, University of Haifa

2 Department of Tourism and Hospitality Management, Kinneret College on the Sea of Galilee
Nogack@geo.haifa.ac.il

1 The Remote Sensing Laboratory, Desert Research Institutes, Ben Gurion University of the Negev
karnieli@bgu.ac.il



FOREST Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 21 | December 2021

Editor:

Dr. Anat Madmony

Editorial Board:

Dr. Erez Barkae

Prof. Meni Ben-Hur

Dr. Omri Bonne

Dr. Rakefet David-Schwartz

Avigail Heller

Asaf Karavani

Dr. Tamir Klein

Dr. Idan Kopler

Dr. Doron Markel

Prof. Zvi Mendel

Adi Noy Ivanir

Dr. Daniel E. Orenstein

Dr. Yagil Osem

Dr. Gilad Ostrovsky

Uri Ramon

Prof. Joseph Riv

Dr. Efrat Sheffer

Dr. Orit Skutelsky

Dr. Michael Sprints

Prof. Dan Yakir

Hebrew Copy Editing:

Inbar Kimchi-Angert

English Text Editing:

Dr. Esther Lachman

Design and Graphics:

Orit Yeshayahu

Address:

Yaar

KKL-JNF

yaar.magazine@kkl.org.il

Publisher

Keren Kayemeth LeIsrael

Jewish National Fund

Land Development Authority

Chief Scientist

Publication Unit, Public Affairs

© Copyright

Forest Journal Online access:

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

KKL-JNF

www.kkl.org.il

For more information

1-800-350-550

Cover picture

Fire in the Jerusalem Hills,

August, 2021

Photo: Hanoch Zoref

Back cover

Burnt terraces near Ramat Raziel,

after the fire that occurred on

August 2021.

Drone photo: Kamal Alian

TABLE OF CONTENTS

On the Opening Page

Avraham Duvdevani

3

Editorial

Gilad Ostrovsky

4

Original Articles

Visitors Preferences in Forest Recreation Areas

Noga Collins-Kreiner and Eran Ketter

5

Analysis of the Damage Caused to KKL Forests by the March 2020 Windstorm

Micha Silver, Asaf Yupiter Vanunu, Shayli Dor-Haim, Moshe Shachak, and Arnon Karnieli

14

Ecology and Sexual Selection in the White-Throated Kingfisher: A Unique Unstudied Resident Species

Dana Sela-Klein, Yizhar Lavner, and Yoni Vortman

22

Reviews

Using Native Tree Species in Forestry in Israel and the World: Past, Present, Future

Tamir Klein

33

Short Notes

Goats grazing – An Economic Solution for Forest Management and Fire Hazard Mitigation

Liron Amdur, Suhil Zeidan, David Evlagon, Tzach Glasser, Einat Gera, Uri Ramon, and Tamar Dayan

37

Opinions

The Ecosystem Service of KKL-JNF Forests in Controlling Runoff and Erosion

Itshack Moshe, Shmuel Arbel, Beny Yaakoby, Moti Shriki, Haim Sahar, Gill Atsmon, Shali Ben Yishai, and Eli Haputa

40

Very Short Notes

Irron Forest

Adi Noy Ivanir

44

Community Forest Conference – KKL-JNF Central Regio

Naomi Aviv Rozen

46

Joint Park Management in the KKL-JNF Southern Region – the Response to Neglect and Faulty Maintenance

Talila Livshutz

48

The Story of the Park for the Visually Impaired

Talia Becker, Yechiel Cohen, Merav Davidian, and Netta Mizrahi

50

The Judean Kingdom Route in the Judean Lowlands

Talila Livshutz and Saar Ganor

52

A Forest of Books

The Hidden Life of Trees

Gilad Ostrovsky

54

Then and Now

The Biriya Fortress

Omri Bonne

56

Know Your Trees

Atlantic Pistaia near Metzudat Koach (Nabi Yusha Fort)

Omri Bonne

58

Get to Know

Taha Sabih

59

English Abstracts

II

FOREST

Journal of Forests
and Open Lands
Management

Issue No. 21 | December 2021

