

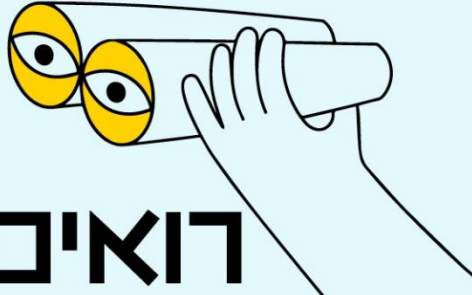


# חוברת תקצירים

## 20 שנות מחקר אקולוגי וניטור ארוך טווח בישראל

רמת הנדיב, 19.03.2024





# רואים רחוק

# רואים שקוף

19.3.2024 רמת הנדיב

## 20 שנות מחקר אקולוגי וניטור ארוך טווח בישראל

15:00-13:00 מושב ב'

מחקר וניטור ארוך טווח בתחנות קק"ל: ממשק אדפטיבי מבוסס מדע

- רשת LTER ישראל וקק"ל: מחקר אקולוגי לניהול שטחים פתוחים בני קיימא  
13:00-13:20 // ד"ר שילי דורחיים וד"ר שני רוהטירבליץ
- מבנה, תפקוד וניהול מערכות אקולוגיות בישראל בעידן האנתרופוקן: ניסיון העבר ואתגרים עתידיים  
13:20-13:40 // פרופ' משה שחק
- הקשר בין זמינות המים שמקורם בשיטפונות בזק לתפוצת השיטים בתחנת LTER נחל שיטה  
13:40-14:00 // ד"ר רחלי ארמוזה-זבולוני
- חידוש יער באזורים צחיחים, תובנות מתחנת ה-LTER ביער יתיר  
14:00-14:20 // ד"ר תמיר קליין
- מחקר אקולוגי ארוך טווח ביערות המחט של ישראל: ממחקר מכוון ממשק לממשק מבוסס מחקר  
14:20-14:40 // ד"ר יגיל אסם
- מחקר סוציו-אקולוגי ארוך טווח, הגרסה הישראלית  
14:40-15:00 // פרופ' דניאל אורנשטיין

השקה חגיגית והרמת כוסית לכבוד צאתו של גיליון 24 של כתב העת "ער" לניהול יערות ושטחים פתוחים. גיליון מיוחד בנושא מחקר וניטור ארוכי טווח  
15:00-15:30 // ד"ר ענת מדמוני, עורכת "ער"

סיור ברמת הנדיב בדגש ממשק אדפטיבי ומחקר ארוך טווח  
15:30-16:15 // במספר קבוצות, בהובלת הצוות

\* מספר המקומות מוגבל. נדרשת הרשמה מוקדמת.  
\* הרשמה לסיור בסעיף האחרון בטופס ההרשמה  
\* כנס מקצועי ללא עלות, למחזמים שנרשמו.  
\* חניה ברמת הנדיב בעלות מופחתת של 10 ש"ח, לבאי הכנס  
\* לפרטים נוספים ניתן לפנות להילה: hila@ramathanadiv.org.il

סיור גששות למשכימי קום:

07:00-08:15 סיורי גששות עם אסף בן דוד וצוות הגששים\*

08:30-09:00 התכנסות וקפה

09:00-09:15 ברכות

פרופ' משה שחק, אוניברסיטת בן גוריון; ד"ר גלעד אוסטרובסקי, קק"ל; גב' נעמי אפל, רמת הנדיב.

12:15-09:15 מושב א'

מחקר וניטור ארוך טווח ברמת הנדיב: עבר, הווה ומבט לעתיד

- ממחקר ממוקד לניטור ארוך טווח: אבולוציה של המחקר ברמת הנדיב  
09:15-09:30 // ד"ר ליאת הדר
- אוכלוסיית הצבאים ברמת הנדיב: ניטור ארוך טווח, מחקר בשיטות מתקדמות ופעולות בשטח  
09:30-09:45 // אמיר ארנון
- ניטור דריסות ככלי משלים ללימוד דפוסי פעילות ומגמות בתפוצת חיות בר  
09:45-10:00 // ד"ר צח גלטר
- חברת העופות המקננים ברמת הנדיב: 20 שנות ניטור, מחקר וחינוך  
10:00-10:30 // אלי פינרוב, מנחם אדר וגמא שפר

10:30-11:00 הפסקת קפה

- ניטור חברת הצומח העשבוני: השקעה רבה עם ריבית גבוהה  
11:00-11:15 // ד"ר ליאת הדר
- "חם, חם... מתייבש" - אלונים ושינויי אקלים במבט ארוך טווח  
11:15-11:30 // ד"ר יעל נבון
- "שינויים בהרגלי הפריחה" - ניטור דבורים, פנולוגיה של פריחה ומה שביניהן  
11:30-11:45 // רעיה רוזין
- 20 שנות LTER ברמת הנדיב: מאין באנו ולאן הגענו. סיכום המושב ודין  
11:45-12:15 // פרופ' אבי פרבולוצקי

12:15-13:00 הפסקת צהרים

להרשמה

**ממחקר ממוקד לניטור ארוך טווח: אבולוציה של המחקר ברמת הנדיב**

ליאת הדר, רמת הנדיב. [liat@ramathanadiv.org.il](mailto:liat@ramathanadiv.org.il)

אבי פרבולוצקי, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.

פארק הטבע רמת הנדיב הוא פסיפס נופי מגוון, המייצג שטחים פתוחים באזור הים תיכוני בישראל ומהווה אתר תיירותי ייחודי בקנה מידה ארצי. מזה 35 שנה מיושם בשטח ניהול פעיל (ממשק אקטיבי), המלווה במחקר ובניטור רציף.

תחומי המחקר התפתחו לאורך השנים מסקרים ומיפויים שונים שנועדו להוסיף ידע בסיסי על המקום והתמקדו בתשתית הפיסית ובחברות הצומח והחי, דרך תמיכה ובחינה של הממשק האקטיבי, חשיבה נופית ומערכתית (ביוגיאוכימיה, שינויי אקלים) ועד למחקר סוציו-אקולוגי המתמקד ביחסי אדם-טבע.

לצד המחקר הממוקד, הוקמה ברמת הנדיב בשנת 2003 תוכנית ניטור ארוכת טווח, כחלק מרשת LTER הישראלית והבינלאומית. התוכנית נבנתה במטרה לתת מענה לתהליכים והאיומים המרכזיים על המערכת האקולוגית, בעיקר ויסות כיסוי הצומח המעוצה, הפחתת סכנת השריפות ושמירה על המגוון הביולוגי והנופי.

במסגרת זו פותחו פרוטוקולים ומשתנים המייצגים היבטים שונים של מצב המערכת האקולוגית בפארק מנוטרים באופן שוטף, וביניהם הרכב ומבנה חברת הצומח וקבוצות ביולוגיות נבחרות. לצד היתרונות של שמירה על פרוטוקולים קבועים, התוכנית השתנתה עם הזמן עקב אתגרים שעלו מהשטח, תובנות חדשות על מאמץ הדגימה וחידושים טכנולוגיים.

# אוכלוסיית הצבאים ברמת הנדיב: ניטור ארוך טווח, מחקר בשיטות מתקדמות ופעולות בשטח

אמיר ארנון, רמת הנדיב. [amir@ramathanadiv.org.il](mailto:amir@ramathanadiv.org.il)

עדו יצחקי, דן מלקינסון, צח גלסר, אבי פרבולוצקי, ליאת הדר

הצבי הישראלי (*Gazella gazella*) זוכה לתשומת לב ברמת הנדיב מאז תחילת הפעילות המדעית בפארק, גם בגלל חשיבותו כאוכל עשב בינוני וכמין דגל, וגם בגלל שהוא משמש סמן (אינדיקטור) למצב של אוכלוסיות נוספות של אוכלי עשב בפארק. אחד מהסקרים הראשונים שמוסדו בפארק כחלק מ-LTER, הוא סקר רכוב שמטרתו ניטור של גודל ומבנה אוכלוסיית הצבאים. הסקר, שמבוצע במסלול קבוע מאז 2003, מתקיים לסירוגין בשעות הערביים והבוקר המוקדמות, ארבע פעמים בחודש. כל תצפית לאורך המסלול מתועדת, כולל מין וגיל הצבי.

בהסתכלות על מספר הצבאים הממוצע שנצפו בסקר כפרוקסי (proxy) לצפיפות האוכלוסייה בפארק, הסקר הצביע לאורך השנים על מגמות משתנות של ירידה, יציבות או עלייה בגודל אוכלוסיית הצבאים בפארק. נתוני הסקר מהשנים 2004 – 2021 נותחו באמצעות Generalized Linear Mixed Models שכללו מרכיב של אוטוקורלציה עיתית. בנייתו בחנו את ההשפעה על צפיפות הצבאים של הפעלת תחנת האכלה לטורפים בשנים 2004 – 2012, שככל הנראה הביאה לעלייה משמעותית בפעילות של תנים בפארק, וכן את ההשפעה של נוכחות בקר בפארק. תוצאות הניתוח הצביעו על צפיפות צבאים קטנה בכ-50% בעת שתחנת האכלה פעלה בפארק, לעומת כאשר לא פעלה. לא נמצא קשר בין עוצמת האכלוס (Stocking rate) של בקר בשטח (ימי רעייה של פרה ליחידת שטח) בשנה מסוימת, לצפיפות הצבאים באותה שנה או בזו שאחריה.

מחקרים אחרים שבוצעו ברמת הנדיב בעשור האחרון כללו ניטור של פעילות צבאים ותנים באמצעות מצלמות שביל ובחינת הקשר בין שניהם ובין פעילות מבקרים, בדיקה של תזונת הצבאים באמצעות ספקטרוסקופיה של גללים (NIRS), ניתוח של מידת החפיפה בהרכב הדיאטה של צבאים ובקר, ובדיקה של מידת הבידוד הגנטי של הצבאים בפארק.

התמונה שעולה מכלל המחקרים היא שהגורם העיקרי שמשפיע על צפיפות הצבאים בפארק הם תנים, שבתורם מושפעים מפעילות אדם – הספקת מזון, ובמידה פחותה – טיול בשבילי הפארק. לאור מסקנה זו, ולאחר שבשנים 2018 – 2022 הצביעו הסקרים על כך שאוכלוסיית הצבאים ברמת הנדיב עומדת בפני קריסה, החלטנו לראשונה לבצע דילול מושכל של תנים בשטח הפארק. הדילול בוצע בחורף 2023, בעזרת פקחי רטי"ג. שנה אחר כך, נתוני הסקר מצביעים על בלימה של הירידה באוכלוסיית הצבאים, ואף על תחילת התאוששות. נתונים ממצלמות תנועה מצביעים על ירידה בפעילות תנים בפארק לאחר הדילול.

## ניטור דריסות ככלי משלים ללימוד דפוסי פעילות ומגמות בתפוצת חיות הבר

צח גלסר, רמת הנדיב. [tzach@ramathanadiv.org.il](mailto:tzach@ramathanadiv.org.il)

אמיר ארנון, ליאת הדר

במשך כ-20 שנה מתבצע סקר דריסות בכביש 652 ממזרח לרמת-הנדיב לאורך ארבעה ק"מ. משנת 2013 הסקר מתבצע באופן יזום וקבוע בכל יום בשעות הבוקר. במהלך הסקר נרשמים כל בעלי החיים (יונקים, עופות וזוחלים) הנמצאים דרוסים בכביש או בשוליים. מטרת הסקר הן: אפיון וכימות היקף הבעיה של דריסות בעלי חיים שנעים בין רמת הנדיב והמרחב; זיהוי מוקדי דריסה; לימוד דפוסי התנועה של חיות בר ושיקוף מצבן של אוכלוסיות שונות של חיות בר בפארק ובסביבתו. השאלות המרכזיות שמעניינות אותנו הן: כמה בעלי חיים נדרסים? מאילו מינים? באילו חודשים ועונות? האם יש מגמות ו/או הבדלים לאורך שנים? במהלך השנים נדרסו בעלי-חיים מ-13 מינים עיקריים. בעלי החיים הנדרסים ביותר היו תנים, חתולים, מיני עופות וחזירי-בר. כמו כן, בניתוח התוצאות נמצאו אזורים בעלי צפיפות דריסות גבוהה למינים שונים (hotspots) מהם ניתן ללמוד על דפוסי פעולה עונתיים של אוכלוסיות בעלי-החיים השונות, על אזורי שימוש שונים למינים שונים וגם על העדפות המינים השונים למעברי דרך, או למקורות מזון.

יתרון מרכזי שיש לניטור ארוך טווח כדוגמת זה המוצג, הוא שניתן ללמוד באמצעותו על שינויי מגמות בין-שנתיות לאורך תקופות ארוכות בהם משתנים תנאי סביבה, כגון, הרחבת כבישים, בניית שכונות חדשות ופיתוח אזורי. בנוסף, ניתן לאתר אזורים מועדים ולפעול למניעת המפגש בין חיות הבר וכלי הרכב העוברים בדרך.

## חברת העופות המקננים ברמת הנדיב: 20 שנות ניטור ומחקר, 2004-2023

מנחם אדר, ייעוץ אקולוגי וגישור סביבתי. [menachem.adar@gmail.com](mailto:menachem.adar@gmail.com)

אלי פינרוב

ניטור חברת העופות המקננים בפארק הטבע רמת הנדיב החל ב-1988, אז הרצון להכיר את מיני העופות המקננים הביא להחלטה לבצע סקר קינון מלא בשאיפה לכסות את כל שטח הפארק. ב-2004, בוצע מעבר מסקר מלא לניטור ארוך טווח הדוגם את הפארק עם פרוטוקול ניטור קבוע.

הניטור התבצע אחת ל-3 שנים בעונת הקינון, ממרס עד יוני. נדגמו שלושה חתכים המייצגים את בתי הגידול השונים וחלק ניכר משטח פארק הטבע. כל חתך נדגם 4 פעמים לאורך עונת קינון, פעם אחת בכל חודש, ותועדו כל הפרטים השייכים למינים המקננים המוכרים בפארק. בנוסף לאלה, תועדו פרטים אשר הפגינו התנהגות טריטוריאליה מובהקת, אם בשירה, קרבות, חיזור או פעילות קינון, ממינים שקיננו בעבר או עשויים לקנן בפארק.

המטרות העיקריות של הניתוח שביצענו היו לבחון שינויים לאורך השנים בשפע של המינים הנפוצים, במספר התצפיות בצעירים, בעושר המינים ובהרכב המינים.

הממצאים מראים כי 38 מינים קיננו או ניסו לקנן בפארק הטבע רמת הנדיב בין השנים 2004-2023. 20 מתוכם קיננו באופן רציף לאורך כל אחת משנות הניטור.

ברוב המינים הנפוצים בפארק הטבע לא נמצאו שינויים מובהקים, והשפע שלהם נשאר יציב. בשני מינים היה שינוי מובהק: התור המצוי שנמצא במגמת ירידה והעורבני שנמצא במגמת עלייה. לא נמצאה מגמה מובהקת לגבי מספר התצפיות בצעירים בקרב המינים הנפוצים.

עושר המינים לא השתנה בין השנים, אך הרכב המינים השתנה בצורה ניכרת. המינים האחראים לשינויים הם מינים שהפגינו שינוי מובהק בשפע לאורך השנים וכן אלו שנעלמו או הופיעו ברמת הנדיב בתקופה זו. אחד המינים שהופיעו והתרבו בצורה משמעותית הוא המיינה המצויה, אחד הפולשים המזיקים ביותר בעולם, אשר דוחק מיני עופות מקומיים באזורי הפלישה שלו. זיהוי ההופעה ומגמת ההתרבות של המיינה, יחד עם תצפיות בשטח שהעידו על פגיעה של המיינה במינים מקומיים, הובילו למחקר יישומי שעסק בצמצום הנוכחות של המיינה בשטחים מוגנים.

מהניתוחים עולה כי המינים הנפוצים בפארק הטבע לאורך התקופה שומרים על יציבות, וברובם אין שינויים משמעותיים. השינויים המובהקים שנצפו ברמת הנדיב אינם שינויים מקומיים, אלא שינויים בקנה מידה גדול הרבה יותר, אם ברמה הארצית או העולמית.

## ניטור ארוך טווח של צומח עשבוני ברמת הנדיב (2003-2022)

### השקעה רבה עם ריבית גבוהה

ליאת הדר, רמת הנדיב. [liat@ramathanadiv.org.il](mailto:liat@ramathanadiv.org.il)

יוג'ין אונגר, יעל נבון, אבי בר מסדה, אבי פרבולוצקי, יוחאי כרמל, רפי קנט, קרלי גולודיאץ

הצומח העשבוני הוא מרכיב חשוב במערכת האקולוגית של רמת הנדיב ומוקד משיכה לקהל הרחב, לתלמידים, לסטודנטים ולחוקרים. בפארק גדלים כ-670 מיני צמחים, כולל מינים נדירים, אנדמיים, ומאות צמחי תועלת ואבות מוצא של צמחי תרבות ומאכל.

ניטור העושר, המגוון והרכב המינים דורש מאמץ דגימה גבוה, מומחיות בזיהוי עד לרמת המין, הפעלת מערך יקר ומורכב לדגימה בשדה והיבטים של גיבוי וטיפול בנתונים. חרף המאמץ, בחרנו לכלול משתנה זה בתוכנית הניטור, עקב תרומתו המשמעותית להבנת המערכת ולקבלת החלטות לגבי ניהולה. השאלה המרכזית שעמדה לפנינו הייתה: איזה ממשק ישמר את הרכב החברה לאורך זמן, ויביא לעושר מינים מרבי לצד שמירה על מגוון קבוצות תפקודיות ומינים נדירים?

כדי לענות על השאלה נאספו נתונים שיאפשרו לעקוב אחר הדינמיקה והיציבות של חברת הצומח במרחב ובזמן ולהבין את השפעות הממשק (רעייה, כריתה, אזורי חיץ, נטיעות ועוד) והשלכותיהן לניהול הפארק.

הנתונים נאספו אחת לשנתיים, לאורך 20 שנה (2003–2023), על-ידי בוטנאים מומחים ב-11 חלקות הממוקמות באתרים ובממשקים שונים בפארק. הנתונים נותחו מספר פעמים לאורך התקופה על ידי כעשרה חוקרים שונים.

חברת הצומח הראתה שונות רבה אך לא כיוונית בהרכב המינים בזמן, ורק פחות מרבע מהמינים (92) חזרו והופיעו בכל הסקרים. עבור רוב המינים לא נמצא קשר לממשק הרעייה, אך חלק מהם הראו זיקה חזקה יותר לאתר ספציפי. השפעת הרעייה (כאשר הייתה משולבת עם כריתה) על העושר, המגוון והרכב המינים הייתה מובהקת באזור החיץ המפריד בין הפארק לזכרון יעקב, ובתת-היער של חורשות האורנים, אך לא בשיחייה או בחורשת הברושים.

למדנו כי הרכב חברה קבוע אינו יכול להיות יעד אופרטיבי לשימור. מינים רבים מופיעים ונעלמים בכל שנה, אבל אינם נכחדים מהשטח, ושימורם ארוך הטווח לא מצריך פעולות מיוחדות. דינמיקה זו תלויה בתנאים ספציפיים המשתנים משנה לשנה, ובתהליכים אקראיים של הפצה. הבנו ששימור כלל המינים יושג רק לאורך זמן, תוך שמירה על הטרוגניות מרחבית בסקאלות שונות, בין השאר בעזרת הרעייה.

למרות ההשקעה הגבוהה, ניטור העשבוניים הוא פרויקט עם תשואה גבוהה. לצד התרומה לקבלת החלטות מעשיות לגבי ממשק הרעייה בפארק, המגוון הגבוה תורם לחוסן של המערכת האקולוגית וליכולתה להתמודד עם שינויים, לצד ערכו הנופי ושירותי התרבות שהוא מספק. בסיס נתונים זה, הכולל מעקב רציף אחר צומח עשבוני ברמת המין ובסקאלות זמן ומרחב ארוכות ומפורטות, הוא ייחודי בישראל.

**חס, חס, חס... מתייבש – אלונים ושינוי אקלים במבט ארוך טווח**  
(סיכום ניטור ארוך טווח של אוכלוסיית האלון המצוי ברמת הנדיב, 2009-2021)

יעל נבון, פארק טבע רמת הנדיב. liat@ramathanadiv.org.il

ליאת הדר, חוסיין מוקלד, ז'וזה גרינצוויג

ניטור ארוך טווח של אוכלוסיית האלון המצוי ברמת הנדיב נערך בין השנים 2009-2021, במטרה לעקוב בשיטות חזותיות אחר שינויים במצבם של העצים בתגובה לשינויי האקלים, הבצורת והתנודות בכמויות המשקעים. הניטור נערך אחת לשנה, בסתיו, לפני תחילת עונת הגשמים. שיטת הניטור כללה שימוש במדדים חזותיים לאפיון מצב העצים: צפיפות העלווה הירוקה (אחוז העלים הירוקים בחופת העץ), אחוז העלים היבשים, נוכחות בלוטים על העצים ואחוז כיסוי העץ ע"י צמחים מטפסים. במהלך כמה עונות ניטור שוכללו המדדים ומאמץ הדיגום הכולל ירד.

במבט על כל שנות הניטור נראה כי קיים קשר ברור בין כמות המשקעים השנתית לבין תמותת העצים, התייבשות עלים ואחוז צפיפות העלווה הירוקה מכלל החופה. קצב תמותת העצי האלון ברמת הנדיב עלה בצורה לינארית דו-שלבית עם הירידה בכמות הגשמים השנתית ( $R^2=0.92$ ). נמצא, כי עצי האלון המצוי גישים ליובש, במיוחד כאשר כמות המשקעים הממוצעת נמוכה מהממוצע הרב-שנתי של בערך 550 מ"מ גשם. כך, לדוגמה, בעונת הגשמים 2013/2014 התרחשה בצורת קיצונית בה ירדו כ- 50% בלבד מכמות הגשם הממוצעת וערכי הטמפרטורה בחורף היו גבוהים יחסית. הסקר שנערך בסתיו 2014 הראה, כי צפיפות החופה (כמות העלווה בעץ) באותה שנה ירדה בכ-70% מהעצים ומעל 20% מהעצים התייבשו. נראה, כי תמותת עצי האלון המצוי נובעת משילוב של זמינות מים נמוכה והיותו עץ גדול יחסית שצורך כמויות מים גדולות. מלבד היובש, יתכן ועומס צמחים מטפסים מכביד על העצים, בשל תחרות על כמות המים הזמינים.

בסוף העונה היבשה של 2015, לאחר חורף לח במיוחד, התאוששו מרבית העצים, צפיפות החופה עלתה חזרה ב-70% מהעצים והכיסוי היחסי של עלים יבשים ירד. צימוח חדש של העלווה עם שיפור התנאים מצביע על פלסטיות בתגובת עצי האלון לתנאי הסביבה. אולם, חוסר ההתאוששות של אותם עצים שאיבדו את העלווה כולה בעקבות שנת היובש הקיצונית מרמז על כך שהפלסטיות הינה חלקית וכי מעבר לסף מסוים של עקה, העצים לא שרדו.

לאור העובדה שרמת הנדיב הינה אזור גבולי מבחינת זמינות המים המינימלית הדרושה לאלון מצוי ולאור המשך תהליכי שינוי האקלים שעלולים להביא להתייבשות ולתמותת עצי אלון, מומלץ להמשיך ולעקוב אחר מצבם של העצים, במיוחד בשנים קיצוניות ובמהלך שנים עוקבות של יובש וחום, בשילוב גישות של חישה מרחוק. כמו-כן, כדאי לשקול התערבות ממשקית בחלק מהעצים, לשם הקלה על התמודדותם עם תנאי יובש ושיפור מצבם החזותי.



## פריחה, דבורים, ומה שביניהם

רעיה רודיך ארד, רמת הנדיב. [raya.rudich@gmail.com](mailto:raya.rudich@gmail.com)

גיא נזרי, יוסי בן מיור, יעל נבון, ליאת הדר

ניטור משך הפריחה ועוצמתה בשיחיה ברמת הנדיב החל בחורף 2014-2015. מחורף 2020 ואילך מתקיים ברמת הנדיב ניטור של חברת דבורי הבר והדבש. פעילות הדבורים מושפעת באופן ניכר ממשך הפריחה ועוצמתה, ואילו משך הפריחה מושפע מפעולות ממשקיות כמו רעיית פרות וכיסוח. בשנים האחרונות מושם דגש רב על חוויית טבע משמעותית למטיילים המבקרים ברמת הנדיב. מראות וריחות פריחה עשויים להעצים חוויית הנאה והתרגשות מהטבע הסובב.

### מטרות:

- זיהוי שינויים ב"הרגלי הפריחה" ובפעילות דבורים בעידן של שינויי אקלים.
  - גיבוש המלצות לממשק תומך דבורים בעקבות מחקרים המעידים על התמעטות מואצת של חרקים מעופפים בעולם.
  - גיבוש המלצות לממשק המאפשר מיצוי של פוטנציאל הפריחה לאורך שבילי מטיילים בפארק.
- ניטור הפריחה מתבצע לאורך שביל מטיילים מרכזי בו סומנו 15 מעגלים בקוטר 10 מטר. הניטור מתבצע בחודשים אוקטובר-מאי, פעמיים בחודש, וכולל רישום של מינים פורחים\* והערכת שפע הפריחה של כל אחד מהם, על פי מדדים קטגוריאליים (1-4).
- \*ניטור הפריחה מתייחס למינים מואבקי-חרקים, בעלי עטיף צבעוני, ולא כולל מואבקי-רוח כמו דגניים. לניטור הדבורים נבחרו ארבעה בתי גידול השונים זה מזה במאפייני המסלע, הקרקע וממשק הרעייה. בכל בית גידול סומנו 3 חתכים באורך 20 מטר. בחודשים פברואר-יוני, פעמיים בכל חודש, נרשמות נחיתות דבורים על מינים פורחים במשך 10 דקות לחתך. הדבורים הנוחתות מזוהות לפי גודלן: קטנה, בינונית, גדולה, דבש. דבורים שזוהו לרמת משפחה, סוג או מין, מסווגות גם לפי השתייכותן הטקסונומית.
- ממצאים והמלצות עיקריות:
- שיא הפריחה ברוב עונות הדיגום חל באמצע מרץ. בשתי עונות דיגום דעכה הפריחה כבר בראשית מרץ ובעונה אחת שיא הפריחה נרשם בראשית אפריל.
- דבורים, כמו חרקים אחרים "אוהבות" חום ושיא פעילותן חל בסוף אפריל, מאי ואפילו יוני! בין נקודות הדיגום בולט אזור המאופיין בקרקע עמוקה ופריחה מאוחרת. פורחים בו מינים מאחרי פריחה כגון גזר, נירית, עולש, מרוות אייג, מרווה מנוצה ומיני חבלבלים. שטח זה מגודר, מוגן מרעיית בקר, ומהווה "גן עדן" לדבורים.
- דחיית רעייה, גידור ודחיית הכיסוח בשולי הדרכים, עשויים לתמוך בפעילות דבורים לצד חוויית ביקור מהנה של מטיילים.

### רשת LTER ישראל וקק"ל: מחקר אקולוגי לניהול שטחים פתוחים בני קיימא

שילי דור-חיים, מו"פ מדבר וים המלח. [shayli@adssc.org](mailto:shayli@adssc.org)

שני רוהטין-בליץ

מחקרים ארוכי טווח הוכיחו שיש להם יתרון בחשיפת מידע, תופעות ותהליכים חדשים שלא נצפו במחקרים קצרי טווח. רשת התחנות למחקר אקולוגי ארוך טווח (LTER – Long Term Ecological Research) הוקמה בשנות ה-80 בארה"ב במטרה לספק לחוקרים אתרי מחקר במערכות אקולוגיות מגוונות ותמיכה בתשתיות המחקר באתרים אלה. בשנות ה-90 הוקמו רשתות LTER לאומיות ב-28 מדינות ברחבי העולם, שהתקבלו רשמית כחברות ברשת LTER העולמית (ILTER). כיום ILTER מורכבת מארבע רשתות (מזרח אסיה; אפריקה; אירופה; אמריקה), ולמעלה מ-1,000 תחנות פועלות במסגרתה ב-45 מדינות שונות. מטרתיה הן לסייע לקהילה הבין-לאומית במניעה ובפתרון של בעיות סביבתיות ובעיות חברתיות-אקולוגיות עכשוויות ועתידיות ולשפר את ההבנה של מערכות אקולוגיות כלל-עולמיות. רשת LTER האירופית אימצה את מטרות ILTER, והגדירה ארבעה מאפיינים לתחנות: א. מחקר מבוסס אתר (*in-situ*); ב. מחקר המתבסס על טווח זמן ארוך; ג. מחקר בגישה מערכתית הכוללת הצלבת נתונים מדיסציפלינות שונות; ד. חקר של תהליכים המתקיימים במערכת האקולוגית. כיום LTER אירופה מתמקדת בקידום תשתית מחקר אירופית (eLTER RI), שמבוססת על מחקר ארוך טווח ושילוב מחקר סוציו-אקולוגי, העוסק בחקר האינטראקציות בין אנשים לטבע. רשת LTER ישראל שייכת לרשת LTER אירופה, והוקמה בשנת 1997. הרשת בישראל מונה 15 תחנות מחקר ארוכות טווח וארבעה אזורי מחקר (פלטפורמות) סוציו-אקולוגיים.

מתוכן 5 תחנות המנוהלות וממומנות ע"י קק"ל: יער קדושים, יער יתיר, פארק סיירת שקד, יער שגרירים ונחל שיטה. המידע הנאסף במסגרת מערך המחקר מסייע בהערכת הבריאות והחיוניות של היער, בכימות שירותי המערכת וגם בניהול היער או השטח הפתוח באופן בר-קיימא. הקשר בין תוצאות המחקרים והניטור ארוך הטווח לממשק הוא נדבך מרכזי בניהול שטחי קק"ל. המחקר והניטור האקולוגי ארוך הטווח יוצר בסיס מידע להתמודדות של ישראל עם שינוי האקלים וליכולת לתת מענה לשאלות ולאתגרים מרכזיים בנושא זה. הממצאים משמשים עוגן לביצוע פעילויות ממשק שמטרתן העיקרית היא התמודדות עם בצורות ושיטפונות.

## מבנה תפקוד וניהול מערכות אקולוגיות בישראל בעידן האנטרופוקן ניסיון העבר ואתגרים

### עתידיים

משה שחק, אוניברסיטת בן גוריון בנגב. [shachak@bgu.ac.il](mailto:shachak@bgu.ac.il)

עידן האנטרופוקן שבו הפעילות האנושית הפכה למניע הדומיננטי של שינוי סביבתי בקנה מידה עולמי מחייב חשיבה מחדש על מבנה תפקוד וניהול מערכות אקולוגיות בישראל. בעידן זה יש לאבטח את תפקודן של מערכות אקולוגיות על הרצף של מערכות בארגון עצמי (טבעיות וחדשניות) מערכות מעורבות (ארגון עצמי והתערבות האדם) ומערכות אנתרופוגניות (מערכות אקולוגיות עירוניות).

בישראל ניתן למיין את כל המערכות האקולוגיות הנ"ל כמערכות תלויות גשם, נגר ושיטפונות שלהם מכנה משותף של תפקוד בתהליכים של פעימה עתודה, מקור מבלע ופעימה עקה.

ניסיון העבר מלמד שעל מנת להבין את המבנה והתפקוד של מערכות אלו יש לקיים מחקר ארוך טווח שיעדו הסופי הוא מודל תפקודי של המערכות האקולוגיות במישור הארצי. בהרצאה אציג את המודל העכשווי של מבנה ותפקוד המערכות האקולוגיות בישראל והשלכותיו לממשק כפי שהתגבש ממחקרי LTER בעבר ומהם אתגרי העתיד לשיפורו.

## הקשר בין זמינות המים שמקורם בשיטפונות בזק לתפוצת השיטים בתחנת LTER נחל

### שיטה

רחל ארמוזה-זבולוני, מו"פ מדבר וים המלח. [rachel@adssc.org](mailto:rachel@adssc.org)

אתי עבאדי, ינאי שלומי, חנן גינת, ניצן שגב ורחמים שם טוב

אגן נחל שיטה מהווה תחנת ניטור ארוכת טווח (LTER) מאז 2015. זוהי התחנה הדרומית ביותר בישראל והיא המייצגת אקלים צחיח קיצון. הניטור והמחקר בתחנה מתמקדים בקשר שבין זמינות מים שמקורם בשיטפונות בזק ומצב המערכת האקולוגית, כשעצי שיטה מהווים מין מפתח. עצי שיטה נפוצים בכל הנגב ובאתרים רבים מהווים את אוכלוסית העצים היחידה המצליחה לשרוד בתנאי יובש קיצוניים. בגלל תפוצתם ויכולת עמידותם, לעצי שיטה חשיבות גבוהה לשירותי המערכת האקולוגית, לשגשוג ושרידות של בעלי חיים רבים. הניטור והמחקר בנחל שיטה שם דגש על תחומי מחקר מגוונים בניהם, מטאורולוגיה, הידרולוגיה ואקולוגיה.

**מטרת העל** של מערך המחקר והניטור ארוך הטווח הוא ביסוס ידע להבנת הקשר בין זמינות המים ותפקוד ומבנה מערכות אקולוגיות בצחיח קיצון, תוך התמקדות בעצי השיטה כמהנדסי סביבה ובמגוון הביולוגי. במסגרת המחקר בחנו מאפיינים המשפיעים על יצירת נגר וזרימות ואת אוכלוסיות השיטים בערוצי משנה ובערוץ המרכזי של נחל שיטה במטרה להבין את הקשר בין פיזור העצים בשטח לפוטנציאל יצירת הנגר. מעקב אחר ירידת גשם והתפתחות זרימות בשנים 2015–2023 אפשר לנו לאפיין את כמות המשקעים הנדרשת ליצירת נגר מקומי על יחידות מסלע שונות ולזרימה בערוצים. כמות הגשם השנתית הממוצעת בנחל שיטה הייתה 41 מ"מ, וממוצע ימי הגשם בשנה עמד על 11. ב-29% מימי הגשם קיים פוטנציאל ליצירת נגר מקומי, כמות גשם בטווח שבין 3–12 מ"מ. כמות זו אינה מספקת ליצירת זרימה רציפה באגן, אך היא חשובה לשגשוג השיטים בערוצי משנה. דפוס יצירת הנגר משתנה בין יחידות מסלע. נגר עילי באירועי גשם קטנים נוצר במהירות גבוהה על גבי תשתית סלעית של גיר וצור, האופיינית לגבעות הדרומיות והצפוניות במעלה ערוצי המשנה, במקום שעצי שיטה מתבססים ומשגשגים. עצים בראשי האגנים מתבססים בשטח ניקוז קטן בעל אחוז כיסוי גבוה של גיר וצור. הכיסוי הסלעי תורם ליצירת נגר, ולכן מבטיח את שגשוג השיטים גם בשנים שחונות, כאשר כמות הגשם נמוכה. כשירד מעט גשם במישורים שאינם סלעיים, יצירת הנגר איטית יותר, וניכר כי במרבית ערוצי המשנה צפיפות השיטים אכן יורדת עם הגדלת שטח הניקוז במעבר האפיק על גבי מישורים לכיוון הערוץ הראשי. כמו כן, מצאנו כי אזורים עם קרקע חרסיתית תורמים לשגשוג השיטים. ככלל, דגם הפיזור של השיטים, הכולל אוכלוסיות מבודדות במעלה ערוצי המשנה, מגדיל את התפוצה הגאוגרפית וצפוי לסייע בשימור השיטים והמגוון הביולוגי הנלווה להן. תוצאות אלה מחזקות את ההבנה שלנו על הקשר בין הפוטנציאל ליצירת נגר ופיזור השיטים. התובנות האלה תורמות ליכולתנו להעריך את עמידות השיטים בפני תקופות יובש.

## חידוש יער באזורים צחיחים, תובנות מ LTER ביער יתיר

תמיר קלין, ויצמן. tamir.klein@weizmann.ac.il

תחנת הניטור האקולוגי ביער יתיר פועלת מאז 2009, בצמוד לתחנת המחקר שהוקמה שם ב-2000. הניטור האקולוגי בוחן השפעתם של שני כלי ממשק יערניים עיקריים, דילול ורעייה. כל זאת ביער שהינו כנראה היבש בעולם, הנמצא בקו העצים הדרומי, על גבול המדבר. מסיבה זו מהווה המחקר מודל לניהול יער תחת שינוי אקלים, הכולל התייבשות והתחממות.

ב-15 שנות המחקר עד כה, עקבנו אחר השתנות התנאים עם הזמן ועונות הגשם הקצרות (טמפרטורה ורטיבות של הקרקע; קרינת השמש), תגובות העצים (נביטה והשרדות זריעים, גדילת הגזע, המחטים, והשורשים, שטח העלווה), ותגובת תת-היער (צמחים עשבוניים ושיחים). צפיפויות של 10, 20, ו-30 עצים לדונם נבחנו ב-21 חלקות, כאשר בכל אחת גודרה מחצית החלקה למניעת רעייה.

סינתזה רב-שנתית גילתה כי הדילול היטיב עם גדילת העצים, עקב חשיפה רבה יותר לשמש וצמצום ההצללה והתחרות בין עצים שכנים. אולם הגדילה מעל הקרקע (גזע ומחטים) לא לוותה בגדילה מקבילה בתת-הקרקע, ובהתאם, ניצול המים לא עלה בחלקות המדוללות פורפורציונית עם קיבוע הפחמן. לפיכך, העלה הדילול את יעילות ניצול המים של העצים. בקרקע, הטמפרטורות בקרחות-היער שנוצרו עלו עד כמעט 40 מ"צ בעומק 20 ס"מ בחודשי הקיץ. הרטיבות בקיץ הייתה נמוכה יותר בקרחות, ובחורף נמוכה יותר ליד עצים. נביטת זריעים הייתה משמעותית בכל החלקות, אבל בודדים שרדו את הקיץ, וגם האחרונים התפתחו בצורה מנוונת. בתת-היער חלה התחדשות מרשימה של שיחים ועשבוניים בחלקות המדוללות, בעיקר בשנים ברוכות. לרעייה הייתה השפעה שלילית על שרידות זריעי האורנים ועל תת-היער, אך לא על עצים בוגרים.

התובנות שעלו משנות המחקר תורמות להבנה אקו-פיזיולוגית של עצים וצמחים אחרים ביער צחיח למחצה. בנוסף, כלי הממשק שנבחנו הצביעו על יתרונות שבדילול בינוני וחזק לגדילת העצים, השיחים והעשבים. עם זאת, הוכח כי עתיד היער תלוי בנטיעות חוזרות, במתווה שונה שיתאים לאקלים חם יותר ומשטר גשמים קיצוני יותר (סופות בודדות).

## מחקר אקולוגי ארוך טווח ביערות המחט של ישראל: ממחקר מוכוון ממשק לממשק מבוסס מחקר

יגיל אסם, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני. yagil@volcani.agri.gov.il

בהגיעם לבגרות נקבעו עבור יערות המחט בישראל ארבעה יעדי ממשק עיקריים: טיפוח החיוניות ואריכות הימים של דור העצים הראשון, ביסוס הדרגתי של הדורות הבאים על בסיס התחדשות טבעית, הגדלת המורכבות והמגוון הביולוגי של היערות, וטיפוח החוסן שלהם. היות שחסר בארץ ניסיון קודם עם האתגרים הללו, הוחלט על אימוץ גישה של "ממשק מבוסס מדע". שאלה מרכזית שעלתה הייתה: "כיצד נכון לנהל את צפיפות היערות לאור יעדי הממשק שנקבעו?". בהרצאה זו אציג כיצד "מחקר אקולוגי ארוך טווח", מוכוון שאלות ממשק, סייע לגיבוש הנחיות מפורטות לניהול יערות המחט בארץ. המחקר מתנהל בשלושה מערכי ניסוי משלימים ביער הקדושים, יער יתיר והמערך לניתור ארוך טווח של יערות מחט בישראל.

**צפיפות היער וחיוניות העצים:** נמצא כי אנדקס שטח העלים (LAI=שטח עלים לשטח קרקע) המבטא את כיסוי הצמחייה ביערות, קשור באופן הדוק לזמינות המים בבית הגידול. עוד נמצא כי ערכי LAI מרביים מתקבלים בצפיפות עצים מסויימת (20-30 עצים לדונם) כתלות בתנאי בית הגידול וכי עלייה נוספת של הצפיפות אינה תורמת להגדלת ה-LAI ואף פוגעת בחיוניות העצים. בהתאם לממצאים הללו נקבעו הנחיות דילול לעיצוב יערות בכיסוי מרבי בהתאם לתנאי בית הגידול. יער בכיסוי מרבי מתאים למטרות מסויימות בדגש על יצירת סביבה מוצלת לנופש. עם זאת, פתיחה של חופת היער יכולה לסייע להשגת מטרות ויעדי ממשק נוספים.

**התחדשות טבעית:** התחדשות אורנים ואלונים ביערות ישראל נמצאה מוגבלת לרמות גשם שאינן נופלות מ-400-350 מ"מ בשנה. טיפולי דילול שהתבצעו בעומדים בוגרים עודדו גיוס והתפתחות של זריעי אורנים כתלות בעצמת הדילול. לעומת זאת, הגיוס של אלונים הואט בעקבות הדילול אם כי הצימוח של אלונים צעירים הואץ. ממצאים אלה הובילו לגיבוש הנחיות בנוגע לחידוש יערות מחט על בסיס התחדשות טבעית ו/או להסבתם ליערות רב-גיליים מעורבים.

**מגוון ומורכבות:** בחינת ההרכב והמגוון של קבוצות צמחים ובעלי חיים הראתה כי לפתיחת חופת היער על ידי דילול השפעה ניכרת על המגוון הביולוגי. הממצא הבולט ביותר הוא שהרכב המינים תלוי בצפיפות. ממצאים אלה הובילו לאימוץ אסטרטגיה של "דילול בעוצמה משתנה" לטיפוח המורכבות והמגוון הביולוגי של היער.

**חוסן היערות:** טיפולי דילול גרמו לעלייה חדה בכושר הייצור ושיעור ההשרדות של עצים בוגרים כתלות בעצמת הדילול. יתר על כן, נמצא כי דילול היער מפחית בצורה ניכרת את צריכת המים של המערכת האקולוגית ומשפר את יעילות ניצול המים לקיבוע פחמן מה שיכול לסייע בהתמודדות עם יובש גובר. ממצאים אלה תמכו במסמך הנחיות להתמודדות עם שינוי אקלים. התובנות שהצטברו לאורך כ-15 שנות מחקר אקולוגי ארוך טווח הובילו לאימוץ גישה של "משטרי דילול דיפרנציאליים" על פי מטרות ניהול שטח, יעדי ממשק ותנאי בית גידול.

## מחקר סוציו-אקולוגי ארוך טווח, הגרסה הישראלית

דניאל אורנשטיין, טכניון. [danielo@ar.technion.ac.il](mailto:danielo@ar.technion.ac.il)

בעקבות ההשפעה העמוקה וארוכת הטווח של המין האנושי על כדור הארץ הגדירו הגאולוגים עידן חדש, עידן האדם- "האנתרופוקן".

האנתרופוקן מאופיין בהתדרדרות מואצת של כלל מערכות כדור הארץ לצד חוסר מודעות והתייחסות של המין האנושי למשבר ולתוצאותיו הצפויות. על מנת להגביר את היכולת לספק מענה מדעי-מחקרי הולם לניטור השינויים הסביבתיים ולשפר את המדיניות וההתנהגות המקיימות הציעו מדענים מסגרות מושגיות חדשות למחקר מדעי. רשת המחקר האירופאית ארוכת הטווח (eLTER RI) והנציגות הישראלית שלה (LTER-Israel) אימצו את התפיסה של המחקר הסוציו-אקולוגי, שלפיה החוקרים עובדים בצוותים בין-תחומיים ובשיתוף בעלי עניין מקומיים, במטרה להגדיר את אתגרי הקיימות המקומיים ואזוריים, לנטר אותם ולטפל בהם.

הרצאה זו מציגה מסגרת מחקר חוצה תחומים על מרכיביה השונים ואת אופן היישום שלה בפלטפורמות מחקר סוציו-אקולוגי ארוך טווח (LTSER) באירופה, ובשלוש פלטפורמות בישראל: פלטפורמת ערבה, פלטפורמת הר הנגב ופלטפורמת רמת הנדיב.

במהלך ההרצאה אציג את ההצלחות שנצפו ונחקרו בשלבי הביניים של מחקרי ה-LTSER ואסכם בהצגת והגדרת האתגרים העומדים בפנינו ביישום מסגרת המחקר המוצע ובשימור פעילותו לטווח הארוך.