

מקורות

- [4] Hystad P, Davies HW, Frank L, et al. 2014. Residential greenness and birth outcomes: Evaluating the influence of spatially correlated built-environment factors. *Environmental Health Perspective* 122(10): 1095-1102.
- [5] Kihal-Talantikite W, Padilla CM, Lalloué B, et al. 2013. Green space, social inequalities and neonatal mortality in France. *BMC Pregnancy and Childbirth* 13(1): 191.
- [1] Agay-Shay K, Peled A, Crespo AV, et al. 2014. Green spaces and adverse pregnancy outcomes. *Occupational Environmental Medicine* 71(8): 562-569.
- [2] Dzhambov AM, Dimitrova DD, and Dimitrakova ED. 2014. Association between residential greenness and birth weight: Systematic review and meta-analysis. *Urban Forestry & Urban Greening*. In press.
- [3] Hartig T, Mitchell R, de Vries S, et al. 2014. Nature and health. *Annual Review Public Health* 35: 207-228.



80 עומדים, ובתוכם הוצבו חלקות קבועות שינטרו בניטור קרקעי אינטנסיבי. יתר העומדים ינטרו בשיטות של חישה מרחוק. שטחי היער שהחלקות נבחרו מתוכם הם שטחי יער רביתכליתי, שאינם מנוהלים תחת ייעוד פרטני^[1]. פעילות הניטור תשאף לא להתערב בממשק השוטף של העומדים שנקבעו בהם החלקות, למעט מניעת פעולות חריגות.

מטרות התכנית הן:

א. ניטור הדינמיקה של הצומח המעוצה ביער בתנאי סביבה שונים, ומעקב אחר תהליכי תמותה והתחדשות המובילים לחילוף דורות ביער;

ב. איתור איומים קיימים או צפויים על המערכת האקולוגית של היער.

על בסיס הנתונים שייאספו, נתייחס לסוגיות הפרטניות הבאות:

א. מגמות כלליות המאפיינות את הדינמיקה הטבעית של הצומח ביערות אורן בוגרים (כולל הרכב מיני הצומח ומבנה היער המתהווה) והקשר בינה לבין משתני סביבה עיקריים.

ב. הקשר בין תנאי הסביבה לבין התפתחות גורמי עקה ביוטיים או אביוטיים.

לימוד התהליכים והקשרים הללו יסייע בפיתוח אסטרטגיה לניהול יערות האורן הוותיקים ולעיצוב הדרגתי של דור היערות הבא.

תנאים לבחירת העומדים המתאימים להצבת חלקות ניטור

בבחירת מערך חלקות הניטור הובאו בחשבון ארבעה משתני סביבה, שסווגו על פי המדדים הבאים:

1. כמות גשם שנתית ממוצעת: 250-400 מ"מ; 400-600 מ"מ; מעל 600 מ"מ.
2. מפנה טופוגרפי: צפון: 45°-315°; דרום: 135°-225°.
3. טמפרטורת אוויר ממוצעת (כביטוי לרום): עד (וכולל) 20 מעלות צלזיוס (במתאם לרום טופוגרפי של עד 400 מטר מעל פני הים); מעל 20 מעלות צלזיוס (במתאם לרום טופוגרפי מעל 400 מטר מעל פני הים).

הקמת מערך ניטור ארוך טווח ביערות אורן בוגרים

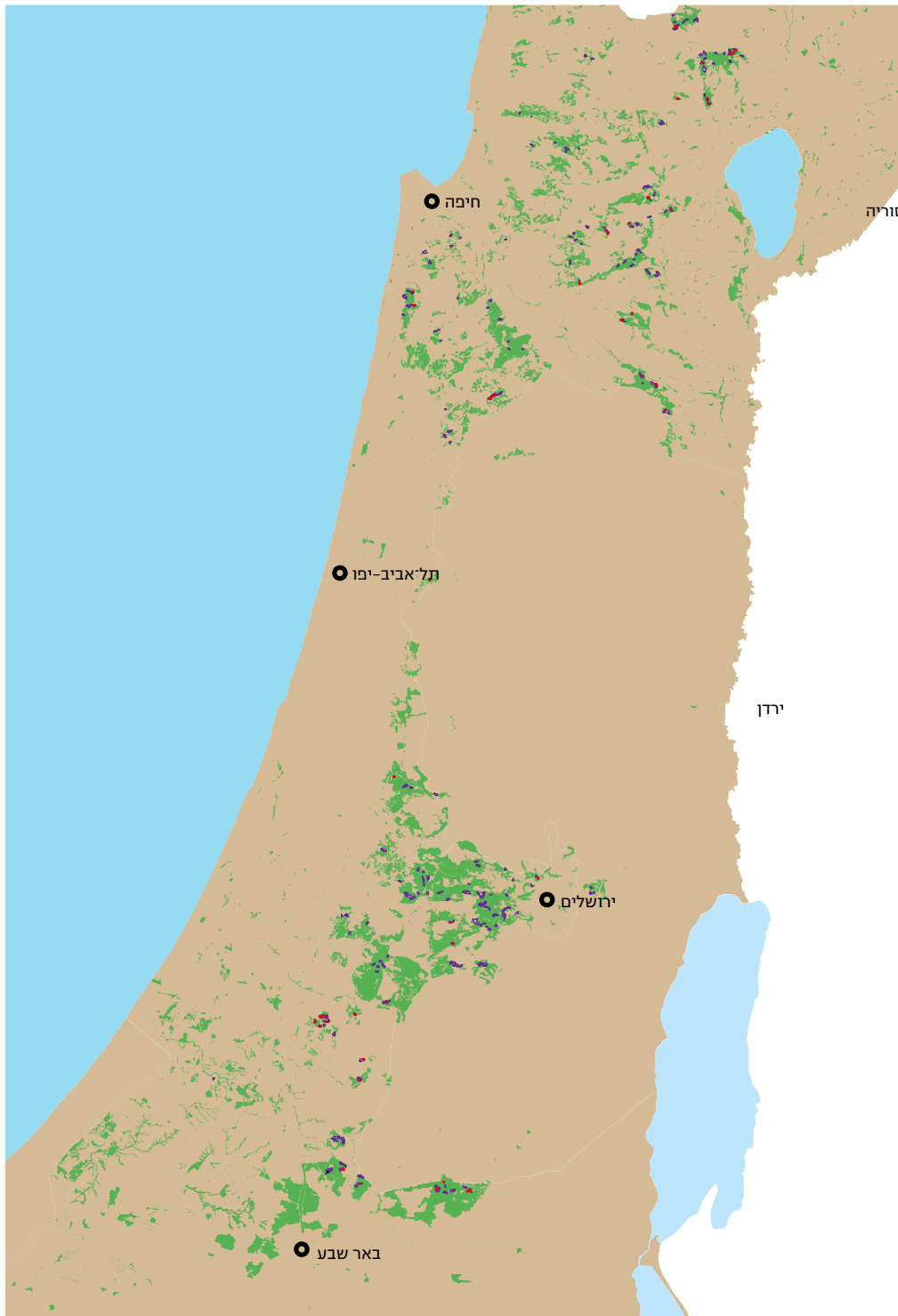
מיכאל ספרינצין^[1], ג'ניה דניסיוק^[1], אירה מור^[1], יוהנס גואנין^[1], טיילור ווילסון^[2] ויגיל אסם^[2]

^[1] אגף הייעור, קרן קיימת לישראל
^[2] המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי - מרכז וולקני
 michaelsp@kkl.org.il *

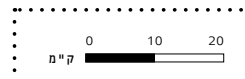
לאחר כמעט 100 שנות פעילות שהוקדשו להקמת ולביסוס יערות בישראל, ולנוכח השינוי הצפוי לחול במערכת האקלים באגן הים התיכון^[2,3], האתגר המרכזי העומד בפני הקרן הקיימת לישראל (קק"ל) כיום הוא ניהול בריקיימא של היערות במטרה לספק מגוון שירותי מערכת אקולוגית לתושבי המדינה. להשגת מטרה זו נדרשים תהליכי תכנון ארוכי טווח, הנשענים על ניטור מתמשך של מצב היער על פי מדדים מוגדרים. המידע שיתקבל מהניטור יצביע על מגמות ושינויים החלים ביער, ויתמוך ביישום אסטרטגיית ממשק מסתגל להמשך ניהול דור היערות הראשון (בעיקר יערות מחטניים נטועים) וליצירת דור היערות הבא על בסיס תהליכי התחדשות טבעית במידת האפשר. פיתוח שיטות ניטור שיאפשרו מעקב אחר הדינמיקה של הצומח ביער יתרום לניהול יעיל של היערות, לטיפוחם ולהתאמתם לתנאי בית גידול ספציפיים באזורים שונים בארץ. לפיכך, הוחלט באגף הייעור של קק"ל לפתוח בתכנית ארוכת טווח לניטור היער בישראל.

השלב הראשון של מערך הניטור מתבסס על כ־240 עומדים בוגרים - בני 40 שנה ומעלה - של אורן ירושלים (*Pinus halepensis* Mill.) ואורן ברותיה (*Pinus brutia*) ביערות שונים ברחבי הארץ (איור 1). עומדים (שטחי יער בעל מאפיינים מוגדרים מבחינת הרכב המינים וגיל העצים) אלה מכסים את מרב בתי הגידול האופייניים ליערות מסוג זה. מתוך המערך המלא נבחרו

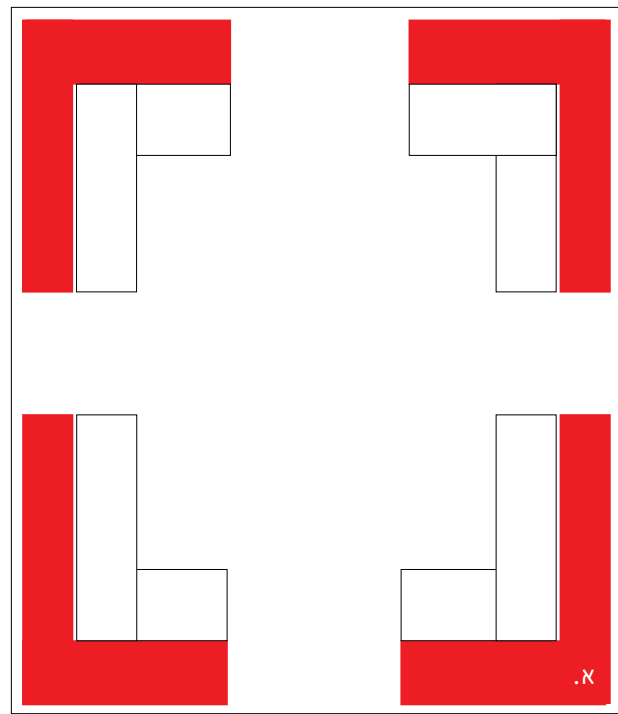
איור 1. התפרוסת
המרחבית של החלקות
לניטור ארוך טווח



● ערים גדולות
● חלקות לניטור קרקעי
➔ מערך מלא של חלקות ניטור ארוך טווח
● עומדי יער



איור 2. א. שיטה לסימון פינות החלקה; ב. דוגמה לסימון פינה בפועל



איור 3. סימון המרכז של מדגם מדידה



במרכזן ביתד ברזל קצר הנעוץ בקרקע. נוסף על כך, העץ הקרוב ביותר למרכז תתי-החלקה מסומן בצבע לבן, ומוצמדת לו לוחית מתכת ששם תתי-החלקה רשום עליה באותיות לועזיות (A, B, C, D; **איור 3**).

נקודות ציון מדויקות של פינות החלקה ושל מרכזי תתי-החלקות נרשמו במערכת מידע גאוגרפי (ממ"ג - GIS) של קק"ל כשתי שכבות וקטוריות (נקודתית ופוליגונית בהתאם).

לצורך ביצוע המדידות פותח **פרוטוקול מדידה** מפורט, המתאר את המצב הכללי של החלקה, וכולל גם שורה של מדידות מפורטות לאפיין כמותי של מבנה היער (**איור 4**).

פרוטוקול זה מתייחס לנושאים הבאים:

- א. שכבת היער העליונה - ההתייחסות לשכבה זו היא במסגרת תתי-חלקות) - בשכבה זו מנוטרים מספר העצים, הרכב המינים, קוטר בגובה החזה, גובה העץ, כיסוי צמרות כללי, מספר הגדמים, רמת הפירוק שלהם וקוטרם הפנימי (ללא קליפה). לצורך הערכה של מדדי העצים מובאים בחשבון חמישה עצים ראשונים בכיוון צפון-דרום מהמרכז בשתיים מתוך ארבע תתי-החלקות, ובכיוון מזרח-מערב בשתי תתי-החלקות האחרות.
- ב. שכבות היער התחתונות - בשכבות אלה מנוטרים מין העץ

4. מסלע: קשה (גיר, דולומיט); בינוני (שילובים שונים של סלע קשה ורך); רך (חואר, קירטון).

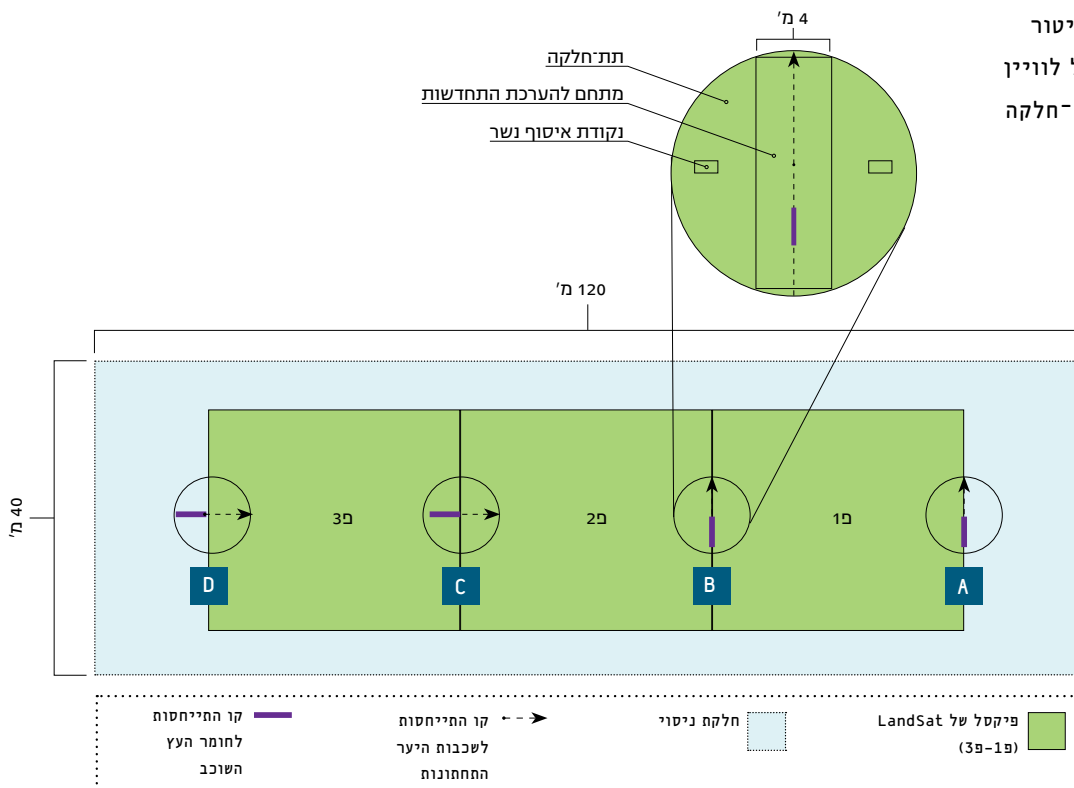
5. השילוב בין משתני הסביבה הללו מגדיר את אופי בית הגידול, שמיוצג עליידי ארבע חלקות נפרדות שנבחרו באקראי (ארבע חזרות עבור כל אחד מהשילובים).

בשלב הראשון נבחרו מכלל עומדי היער עומדים של אורן ירושלים ואורן ברזיה (לפחות 75% מהעצים הנטועים הם מאחד המינים) שמתאימים להצבת חלקות בהתאם לקריטריונים שפורטו לעיל. בהמשך נערכה בדיקה חזותית של צילומי אוויר ודימות לוויין לצורך בחירתו של המיקום המדויק של להצבת חלקת הניסוי. בשלב האחרון נבחנו העומדים בצורה קרקעית, והחלקות סומנו בשטח כפי שיתואר בהמשך.

מבנה חלקת הניסוי - החלקות מוצבות כמלבן בגודל של 120 x 40 מטר, שחופף שלושה פיקסלים של הלוויין Landsat (30 x 30 מטר), כולל שטח חוצץ. העצים הקרובים ביותר לפינות החלקה מסומנים בצבע ובסימני פינות אדום-לבן בהתאם למיקום הפינה (**איור 2**).

כל חלקת ניסוי מורכבת מארבע תתי-חלקות מעגליות (200 מ"ר) שמתבצעות בהן מדידות של המשתנים השונים בהתאם לפרוטוקול המדידה (ראו בהמשך). תתי-החלקות מסומנות

איור 4. מבנה חלקת ניסוי
 19-39 - הפיקסל של לוויין
 Landsat, D-A - תתי-חלקה





בכמות המשקעים הממוצעת מצפון הארץ לדרומה, יאפשרו הדמיה של שינוי האקלים ופיתוח יכולת חיזוי של התנהגות הצומח ביער באזורי הארץ השונים. אתרי הניטור ישמשו תשתית מחקרית קבועה לביצוע מחקרים אקופיזיולוגיים ואקולוגיים ביער. על בסיס המידע שייאסף תיבנה תשתית מדעית שתאפשר שיפור מתמיד של ממשק היער ואת התאמתו לתנאי בית הגידול בתנאי סביבה משתנים.

מקורות

- [1] אסם י, ברנד ד, טאובר י ואחרים. 2013. תורת ניהול היער בישראל: מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער. אקולוגיה וסביבה 4(2): 129-130.
- [2] Pinöl J, Terradas J, and Lloret F. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal Eastern Spain. *Climatic Change* 38: 345-357.
- [3] Ziv B, Saaroni H, Baharad A, et al. 2005. Indications for aggravation in summer heat conditions over the Mediterranean Basin. *Geophysical Research Letters* 32: L12706.

או השיח, כיסוי וגובה כתמי הצומח המעוצה על פי מין, כיסוי הצמרות של שכבת היער העליונה וחומר העץ השוכב על פי שלוש רמות גודל: עבה, בינוני, דק.

ג. שכבת הנשר - מתוארת על פי עובי השכבה והמשקל היבש של הנשר. שכבה זו כוללת עלים/מחטים, ענפונים קטנים שקוטנם קטן מ-0.6 ס"מ, פיסות של קליפה או של אצטרובלים ופרחים שנפלו.

ד. התחדשות טבעית (regeneration) - מוערכת על פי ספירה ומדידת גובה של עצים צעירים ברצועה שאורכה 16 מטר ורוחבה 2 מטר לכל צד מהחתך המרכזי.

לסיכום, ניטור ארוך טווח ביערות האורן הבוגרים יתרום לזיהוי המגמות המתרחשות בצומח היער ולהבנת הקשר בין הדינמיקה של הצומח לבין תנאי הסביבה. מידע זה יוכל להשפיע על המדיניות העתידית ועל קביעת פעולות הניהול שיתמכו בתהליכי התחדשות טבעית ובחילוף דורות הדרגתי ביער. יתר על כן, הפריסה הרחבה של אתרי הניטור על פני מפל האקלים בישראל והמעקב בזמן על פני שינויים הדרגתיים שצפויים לחול

השפעת שֶׁרְפָה על התחדשות הצומח - פרויקט חקר סביבתי

דניאל בנדרסקי^[1], טטיאנה פרבוליובוב^[2] ורחל קרליבך^[2]

^[1] הדסה נעורים - בית ספר תיכון ומכללה טכנולוגית
^[2] צוות מגמת מדעי הסביבה, הדסה נעורים - בית ספר תיכון ומכללה טכנולוגית
 * tatyana.pravolubov@gmail.com

המשרד להגנת הסביבה, מכון דוידסון לחינוך מדעי [ליד מכון ויצמן למדע] ועמותת מל"ר^(ז). המחקר המתואר כאן זכה במקום השלישי בתחרות הגמר הארצית.

תנאי אקלים יבשים ופעילות מוגברת של האדם גורמים להתפרצות שרפות, וכתוצאה מכך לשינוי הרכב חבורות הצומח בארץ. תדירותן הגבוהה של השרפות לא מאפשרת לחבורות הצומח להשלים את תהליכי הסוקצסיה. עם זאת, לצמחים יש מספר אסטרטגיות הישרדותיות: התחדשות מהחלקים התחתונים, נביטה מ"בנק הזרע", קליפת זרע עבה. כמו כן, שרפה תורמת לדילול צמחייה רב־שנתית סבוכה, ובכך מאפשרת לזרעים של מיני צמחים רבים אחרים לנבוט ולהתפתח.

ההשערה המרכזית במחקר התבססה על העיקרון הביולוגי של סוקצסיה משנית: בשטח שהפרעה בו הייתה חלקית (ובמקרה של שרפה - רק החלק העלאדמתי של הצמחים נפגע), תתרחש סוקצסיה משנית, והתחדשות חבורת הצומח תתחיל כבר אחרי הגשם הראשון.

לצורך בדיקת ההשערה נערכה בדיקה של התחדשות הצמחייה באזורים שנחשפו לעוצמות שרפה שונות, במהלך 16 השבועות לאחר מועד השרפה. המדידות נערכו בשלושה אזורים שנבדלו בעוצמת השרפה: קלה, בינונית וגבוהה (העוצמה נקבעה על פי צבע הקרקע ומרקמה). כל אזור בדיקה כלל שלוש חלקות (תת־אזורים) בגודל של 5 x 5 מטרים כל אחת (סך הכול תשעה

בשֶׁרְפָה שהשתוללה צמוד לכביש החוף באוקטובר 2013, עלתה באש רצועת צמחייה סבוכה בצד המערבי של הכביש. תנאי מזג האוויר היבש, עומס החום והרוחות המערביות העזות גרמו להתפשטות האש למרחק של מאות מטרים לאורך הכביש, עד סמוך לכפר הנוער "הדסה נעורים". עובדי כפר הנוער ותלמידים רבים פעלו רבות לכיבוי השרפה.

הרושם שהותירה השרפה וחווית כיבויה, הובילו לביצוע פרויקט חקר סביבתי שמטרתו הייתה לבדוק את השינויים הסוקצסיוניים בשטח שנחשף לשרפה. פרויקט חקר סביבתי הוא חלק מהדרישות מתלמידי תיכון הלומדים את המקצוע "מדעי הסביבה" ברמה של 5 יחידות לימוד. החל משנת 2012 מתקיימת תחרות ארצית לעבודות חקר סביבתיות (בחסות משרד החינוך,