



# אתר מחקר אקולוגי ארוך טווח ביער קדושים: פיתוח ממשק בר-קיימא של יערות נטע אדם בישראל

## הבסיס הרעיוני

תורת ניהול היער בישראל שהיא המסמך המנחה היום לניהול יערות ישראל, קובעת בין השאר שקק"ל שואפת לנהל יער בר קיימא תוך התייחסות לכלל מרכיבי המערכת היערנית (לא רק עצים נטועים), כל זאת תוך התבססות ככל הניתן על תהליכים טבעיים. אתר המחקר ביער קדושים נועד לפתח מתווה ממשק יערני, שיתן כלים בידי יערני קק"ל ליישום עקרונות אלו ויאפשר את עיצוב הדור הבא של היער בישראל כיער בר-קיימא.

"יער בר-קיימא" הוא יער בריא וחיוני המותאם לתנאי בית הגידול בו הוא מצוי, מתקיים ומתחדש באופן עצמי, מהווה בית גידול למגוון מינים גבוה ותומך במגוון פעילויות אנושיות מבלי לגרום נזק למערכות אקולוגיות שכנות.

ממשק יער בר-קיימא חותר לעיצוב היער כמערכת אקולוגית בעלת גמישות (resilience) וכושר הסתגלות (adaptive capacity) היכולה למלא ייעודים אקולוגיים, נופיים וכלכליים חברתיים באופן מיטבי תוך התערבות מינימאלית של האדם.

## רקע כללי

יערות נטע אדם מתפרסים בישראל על פני כמיליון דונם מהם כ-50% המבוססים על מיני עצים מחטניים (אורנים וברושים) שהנפוץ בהם הוא המין המקומי אורן ירושלים. אורן ירושלים היווה את המין העיקרי לנטיעה בשנות ה-40-70 בהן נטעו מרבית יערות ישראל. שטחי יער רבים המתבססים על מין זה עתידים, ככל הנראה, להגיע לפרקם בטווח זמן של כעשרים עד שלושים שנים. ביערות אלה, סוגיית חידוש היער ועיצוב דור היער הבא הופכת ונהיית לאתגר הממשקי העיקרי העומד בפני מנהלי היער.

במקביל לתהליך הזדקנותם של היערות מתרחש תהליך חשוב נוסף ובו הדגשים באשר ליעדי היער בישראל ואופן ניהולו משתנים בהדרגה וזאת כחלק ממגמה כלל עולמית המכוונת לניהול בר-קיימא של משאבי טבע תוך התייחסות לטווח רחב של שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים.

פיתוח מתווה ממשק יערני ליצירה הדרגתית של דור היער הבא בישראל כיער בר-קיימא הנו תהליך מורכב הדורש ידע מקיף. אתר המחקר ביער קדושים נועד לתת מענה לצורך זה. המחקר מתבצע בחלקות יער אורן ירושליים שניטעו בסוף שנות השישים. הפעילות המחקרית באתר עוקבת אחר מגוון של גורמים ביוטיים ואביוטיים המתקיימים ביער ומשפיעים עליו, לרבות קשרי הגומלין שביניהם, וזאת בכדי להשיג הבנה מעמיקה של המערכת האקולוגית ביער והתהליכים המתרחשים בה לאורך הזמן וכתלות בפעולות ממשק, הפרעות ושינויי סביבה.

הגישה של מחקר ארוך טווח נולדה מתוך ההכרה שתהליכים אקולוגיים הם לרוב תהליכים ארוכי שנים ומשך הזמן הדרוש לשם הבנתם חורג במקרים רבים מטווח הזמן המקובל של תוכניות מחקר קונבנציונאליות. טווח הזמן הארוך של המחקר נועד לאפשר אבחנה ברורה בין שינויים מגמתיים המתרחשים במערכת האקולוגית לבין רעשי הרקע (תנודות בטווחי זמן קצרים). אתרי מחקר אקולוגי ארוך טווח (Long Term Ecological Research - LTER) מוקמים לרוב כחלק מרשת אתרים שנועדה לספק נתונים ברי השוואה על פני סקאלת מרחב גדולה.

## מטרות המחקר

המחקר באתר קדושים בוחן השפעות ארוכות טווח של טיפולים יעראיים שנועדו לעידוד והכוונת התחדשות היער. במחקר נבחנים טיפולי דילול של עצי היער הבוגר וטיפולים נוספים בשכבת היער המתחדש.

הטיפולים היעראיים נבחנים לאור היעדים הבאים:

1. שימור חיוניותם, עמידותם וערכם הנופי של עצי היער
2. יצירת דור היער הבא תוך התבססות, ככל הניתן, על תהליכי התחדשות טבעית של היער
3. טיפוח המגוון הביולוגי הייחודי ליער
4. עיצוב היער כמערכת אקולוגית בעלת גמישות (יכולת התאוששות לאחר הפרעה) וכומר הסתגלות (יכולת להתאים עצמה לתנאי סביבה משתנים)
5. פיתוח כלים לממשק יער בסביבה מוגבלת מים

## **אתר המחקר**

סוג היער: יער אורן ירושליים בוגר (שנת נטיעה 1968)

מיקום: יער קדושים משתרע ממזרח לכביש שער הגיא-בית שמש (כביש 38) ומצפון לכביש צומת אשתאול-צובה באגן נחל שורק (אגן משנה נחל כיסלון). שטח המחקר מתפרס על כ- 200 דונם וממוקם בשיפולים המערביים של היער בסמוך לשוב מסילת ציון.

אקלים: ים תיכוני טיפוסי עם רמת משקעים השנתית של כ-500 מ"מ.

טופוגרפיה: אתר המחקר מצוי ברום של 390-510 מ' מעל פני הים ומתאפיין במפנה טופוגרפי מערבי בשיפוע ממוצע של כ-25%.

מסלע: המסלע מגיל קנומן עליון וטורון, חבורת יהודה דולומיט מסיבי (תצורת בינה) ע"ג גיר קשה קרסטי (תצורת ורדים) עם נוכחות קטנה של קירטון שהפך לנארי. השטח אחיד מבחינה ליטולוגית ומתאפיין בשיעור כיסוי גבוה של סלע טרשי.

קרקע: הקרקעות רדודות מסוג טרה-רוסה חומה (ע"ג הדולומיט), טרה רוסה אדומה שטופה (ע"ג הגיר הקשה) ורנדזינה חומה מעורבת בטרה רוסה (בסמוך לנארי).

היסטוריה יערנית: היער באזור אתר המחקר ניטע בשנות השישים כחלק מיער הקדושים, שהוקם לזכרם של ששת מיליוני היהודים שנספו בשואה. כמקובל בתקופה זו מרבית העצים שניטעו היו עצי מחט, בעיקר אורן ירושלים. צפיפות הנטיעות במקור הייתה כ-250 עץ לדונם, כאשר מאז נטיעתו ועד הקמת אתר המחקר בוצע ככל הנראה דילול חד פעמי ביער. בשנות השבעים הוכרז השטח כגן לאומי, אך היער ממשיך להיות מנוהל על ידי קק"ל. החל משנות השמונים התקיימה באתר רעייה עונתית של עיזים, על ידי עדרי בדואים שעלו מהנגב. בשנת 2008 עם תחילת העבודות להקמת אתר המחקר הופסקה הרעייה בשטח. המחקר החל בשנת 2009 לאחר ביצוע טיפולי דילול.

## **הטיפול הנדקים במחקר**

דילול היער הבוגר: פעולת הדילול נחשבת כגורם הממשק העיקרי באמצעותו ניתן להשפיע על בריאות וחיוניות עצי היער וכן על תהליכי התחדשות טבעית והתפתחות תת היער. טיפולי הדילול שבוצעו בקיץ 2009:

- (א) דילול לצפיפות של 30 עץ/דונם,
- (ב) דילול לצפיפות של 10 עץ/דונם,
- (ג) כריתה מלאה,
- (ד) ביקורת ללא כריתה.

טיפולים בשכבת היער המתחדש: הטיפולים בשכבת היער המתחדש משמעותם עיצוב דור היער הבא. החלטה לגבי ביצוע טיפולים בשכבת היער המתחדש תתקבל בעתיד על סמך הערכת ביניים של מצב ההתחדשות הטבעית ביער בעקבות טיפולי הדילול שבוצעו.

בין הטיפולים האפשריים נכללים:

- (א) דילול עצי היער המתחדש,
- (ב) ויסות צומח עשבוני ושיחי מתחרה לעידוד העצים המתחדשים,
- (ג) זריעה ו/או נטיעה של מיני עצים בהיעדר התחדשות מספקת.

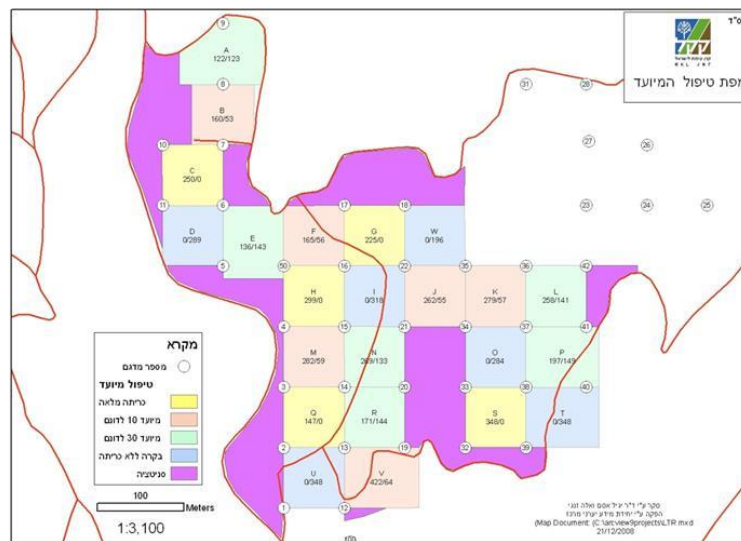
## המישתנים הנמדדים במחקר

במחקר מתבצע מעקב ארוך טווח אחר השפעת טיפולי הדילול על מגוון משתנים ביוטיים ואביוטיים כמפורט בטבלה הבאה :

| תחום                     | מדד                                                                                                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| תנאי אקלים באזור היער    | גשם<br>טמפרטורת אוויר<br>לחות אוויר<br>מהירות וכיוון רוח<br>קרינה                                                                    |
| מיקרו אקלים              | טמפרטורת אוויר<br>לחות אוויר<br>מהירות וכיוון רוח<br>קרינה פוטוסינטטית                                                               |
| קרקע                     | מינרלים בקרקע (NPK)<br>חומר אורגני בקרקע                                                                                             |
| משק מים                  | לחות קרקע<br>משק מים בעצים                                                                                                           |
| חיוניות ויצרנות עצי היער | קוטר הגזע<br>גובה העץ<br>אורך האזור הירוק בצמרת<br>רוחב צמרת<br>צבע עלווה<br>רוחב טבעות שנתיות<br>כיסוי צמרות<br>אינדקס שטח פני עלים |
| בריאות עצי היער          | מצוקוקוס<br>חיפושית קליפה<br>תהלוכה האורן<br>אש הקודקודים                                                                            |
| התחדשות טבעית של עצי יער | פיזור זרעים<br>צפיפות עצים מתחדשים<br>התפתחות עצים מתחדשים                                                                           |
| מגוון ביולוגי            | צומח מעוצה בתת היער<br>צומח עשבוני בתת היער<br>בע"ח : נמלים, שלשולים,<br>דבורי בר<br>פעילות צבאים ביער                               |
| פעילות אקוסיסטמית        | נשר (מחטים)<br>ביומסה עשבונית<br>ביומסה מעוצה<br>קיבוע פחמן<br>אופוטרכספירציה                                                        |

## מבנה הניסוי

המבנה של הניסוי הוא מבנה של חלקות מפוצלות (split plot design) כאשר החלקות השלמות הנבדלות בעוצמת הדילול מפוצלות לתת חלקות בהן מתבצעים הטיפולים השונים בתת היער. השטח חולק לארבעה בלוקים. בכל בלוק ארבע או יותר חלקות ניסוי (5 דונם לחלקה, 70X 70 מ') ברמות דילול שונות. (איור 1).



איור 1: מערך חלקות הניסוי באתר ה-LTER ביער קדושים

## צילום אוויר של אתר המחקר ביער הקדושים



## אבני דרך

- 1) 2007 - גיבוש תכנית המחקר, ביצוע סקרים מקדימים ותכנון מערך חלקות המחקר
- 2) 2008-2009 - אישור תכנית המחקר וביצוע מדידות שנת אפס (קדם טיפול)
- 3) אוגוסט-אוקטובר 2009 - ביצוע טיפולי הדילול בחלקות המחקר
- 4) נובמבר 2009 – תחילת מעקב ארוך טווח
- 5) דצמבר 2009 – הגשת דו"ח שנתי ראשון

## בעלי תפקידים

| שם           | שיוך               | תפקיד             |
|--------------|--------------------|-------------------|
| חנוך צורף    | קק"ל, אזור ההר     | מנהל האתר         |
| ד"ר יגיל אסם | מינהל המחקר החקלאי | מנהל מדעי         |
| מויש צוקרמן  | קק"ל אזור ההר      | יערן גושי         |
| גיאמל דוויאת | קק"ל, אזור ההר     | יערן גושי         |
| אלה זנגי     | מינהל המחקר החקלאי | רכזת המחקר        |
| יהל פורת     | קק"ל, אגף הייעור   | אקולוג אגף הייעור |
| נפתלי קרני   | קק"ל, מרחב מרכז    | סקר ומיפוי        |
| יהודה ניסן   | קק"ל, מרחב מרכז    | GIS               |

## חוקרים

| <u>שם</u>           | <u>שיוך</u>          | <u>נושא המחקר</u> |
|---------------------|----------------------|-------------------|
| ד"ר יגיל אסם        | מנהל המחקר החקלאי    | ריכוז מדעי        |
| ד"ר אלי גרונר       | אוניברסיטת בן-גוריון | פרוקי רגליים      |
| פרופ' אורי שיינס    | אוניברסיטת חיפה      | צבאים ביער        |
| ד"ר אורן פרלסון     | מכללת תל-חי          | שלשולים           |
| ד"ר תומס פבליצ'ק    | אוניברסיטת חיפה      | שלשולים           |
| ד"ר איציק מרטינז    | מכללת תל-חי          | נמלים             |
| ד"ר יעל מנדליק      | אוניברסיטה עברית     | דבורי בר          |
| ד"ר אורי פרגמן ספיר | אוניברסיטה עברית     | גאופיטים          |
| ד"ר שבתאי כהן       | מנהל המחקר החקלאי    | משק מים ביער      |
| ד"ר ויקטור אלחנתי   | מנהל המחקר החקלאי    | משק מים ביער      |
| ד"ר מיכאל ספרינצין  | אגף הייעור, קק"ל     | משק מים ביער      |
| ז'וזפה גרינצווייג   | אוניברסיטה עברית     | פרוק נשר          |

## סטודנטים

| <u>שם</u>               | <u>מוסד</u>        | <u>נושא</u>                   |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|
| אילון כלב (מאסטר)       | אוניברסיטה עברית   | עצי היער הבוגר (אורן ירושלים) |
| אלה זנגי (דוקטורט)      | אוניברסיטה עברית   | צומח בתת היער                 |
| אירה מור (דוקטורט)      | אוניברסיטה עברית   | משק מים                       |
| עובד גור (דוקטורט)      | אוניברסיטת חיפה    | צבאים                         |
| אורי מאירוביץ (מאסטר)   | אוניברסיטה עברית   | אינדקס שטח עלים               |
| גליה קפ (מאסטר)         | אוניברסיטת תל-אביב | נמלים                         |
| מור אשכנזי (מאסטר)      | אוניברסיטה עברית   | גאופיטים                      |
| דניאל גליקסמן (דוקטורט) | אוניברסיטת עברית   | פרוק נשר                      |