

ניהול אדפטיבי ביערות קק"ל בעידן שינוי האקלים – ממחקר לפעולה בשטח

התייבשויות ותמותות עצים ביערות קק"ל: מניטור ומחקר לפעולות ממשק

גלעד אוסטרובסקי¹

1. קק"ל

בשנים האחרונות מתמודדים יערות ישראל עם תופעה חסרת תקדים ומתרחבת של התייבשויות ותמותות עצים, הניכרת במיוחד באזור הדרום ובמידה הולכת וגוברת ביערות המרכז. ממצאי מיפוי בחישה מרחוק מצביעים על פגיעה חמורה המתבטאת בירידה של כ-40% בכיסוי הצומח ביערות 'ספר המדבר' (למשל יער יתיר, יער כרמים ויער להב) וכ-15% בבתי גידול קשים בחבל הים-תיכוני (יער צרעה, יער הקדושים). מגמה זו מתרחשת על רקע תחזיות אקלימיות המורות על עלייה בטמפרטורות וירידה בכמויות הגשם. לנוכח ההבנה כי מדובר בשינוי ארוך טווח בתנאי הסביבה, נדרש מעבר מתגובות נקודתיות לגישה סדורה של ניהול מסתגל. גישה זו מחייבת איסוף מידע שיטתי, קבלת החלטות מבוססת נתונים והתאמת מבנה היער והרכב המינים לתנאי האקלים המשתנים, תוך הבחנה בין אזורי האקלים השונים ויכולות ההתחדשות שלהם.

ההרצאה תציג את המדיניות ומתווה הפעולה שגובשו באגף הייעור בקק"ל. מתווה הפעולה מבוסס על ניהול מוכוון מטרה, ממשק מסתגל המבוסס על ניטור מתמשך, טיפוח מגוון ומורכבות להגברת חוסן היער, התבססות על מינים מקומיים והתאמת רמת ההתערבות למצב השטח ולרמת הפגיעה. ההרצאה תעסוק גם בהתאמת שיטות החידוש והממשק לאזורי האקלים השונים בישראל – החל מאזורים צחיחים וצחיחים למחצה, שבהם מושם דגש על נטיעת מינים עמידים ליובש, ועד לאזור הים-תיכוני, שבו קיימת אפשרות להסתמך בעיקר על תהליכי התחדשות טבעית ולפעול בהדרגה ליצירת יער מגוון ורב-גילי.

ניהול אדפטיבי ביערות קק"ל בעידן שינוי האקלים – ממחקר לפעולה בשטח

השפעות ארוכות טווח של דילול יער על דינמיקת המים בקרקע וחלוקת משאב המים בין שכבות הצומח ביער אורנים

חוסין מוקלדה¹, יוסי משה¹, זאב כהן², יגיל אסם¹

hussein@volcani.agri.gov.il

1. מכון וולקני

2. האוניברסיטה העברית

רקע: יערות אורן באזורים יובשניים מתמודדים עם עקת מים מתמשכת. דילול יער הוא כלי ממשק נפוץ להפחתת תחרות, אך השפעותיו ארוכות הטווח על דינמיקת המים בקרקע, זמינות המים לצמחייה וחלוקת משאב המים בין העצים לצמחיית תת-היער דורשות בחינה מעמיקה. מטרת המחקר: בחינת ההשפעה של דילול חזק (שבוצע לפני 15 שנה) על דינמיקת רטיבות הקרקע בעומקים שונים של בית השורשים. שיטות: המחקר נערך ביער הקדושים (LTER), והשווה בין חלקות מדוללות (100 עצים לדונם) לחלקות ביקורת צפופות (550 עצים לדונם). בוצע ניטור רציף של רטיבות קרקע (TDR) בעומקים 0.5-1.5 מ', לצד מדידות של מדד שטח עלווה (LAI) של העצים ותת-היער. תוצאות: בחלקות המדוללות נמדדה בקרקע הרדודה (0.5 מ') רטיבות קרקע נפחית גבוהה יותר מאשר בחלקות הביקורת, עקב הפחתת יירוט הגשם ע"י הצמרות וצמצום צריכת המים של היער. לעומת זאת, בעומק הקרקע (1.5 מ'), הרטיבות בחלקות המדוללות הייתה דווקא נמוכה יותר בהשוואה לחלקות הביקורת. במקביל, הדילול הוביל לעלייה משמעותית ב-LAI של תת-היער ותרומתו ל-LAI הכולל של היער (48% בחלקות מדוללות, לעומת 28% בביקורת). דיון ומסקנות: דילול היער משנה את הפרופיל האנכי של תכולת הרטיבות הנפחית בקרקע לאורך זמן (15 שנה) ובאופן מורכב: בעוד הוא מפחית את יירוט הגשם ומאפשר בכך הרטבה אחידה של השכבות הרדודות, המים הופכים זמינים יותר לתת-היער המפותח שצורך את המים הללו, על חשבון חלחול והרטבת שכבות הקרקע העמוקות. מנגד כיסוי צמרות גבוהה מפחית משמעותית את הרטבת שכבות הקרקע הרדודות על ידי גשם ישיר אך מנגנון של יירוט על ידי החופה מזרים את המים דרך הגזעים והשורשים הנמצאים בסדקים ישירות לעומק הקרקע. המחקר מראה כי לדילול היער יש השלכות מורכבות וארוכות טווח על פרופיל המים בקרקע וזמינות המים לצמחייה לאורך העונה. הממצאים תומכים באימוץ גישה אקו-הידרולוגית אינטגרטיבית לניהול יערות בסביבות מוגבלות מים על מנת לשפר את עמידותם בפני יובש גובר.

ניהול אדפטיבי ביערות קק"ל בעידן שינוי האקלים – ממחקר לפעולה בשטח

בחינת התגובות הפיזיולוגיות והכשירות האקולוגית של שתילים של מיני רעי"ת להשפעה משולבת של טמפרטורה ועקת יובש.

חגי יבלוביץ¹, אפרת שפר¹, יגיל אסם²

hagayy@kkl.org.il

1. האוניברסיטה העברית

2. מכון וולקני

רקע: מסוף שנות ה-80 של המאה הקודמת החל בקק"ל תהליך הדרגתי של אימוץ גישת ייעור המתבססת על נטיעת מיני עצים רחבי עלים ים תיכוניים (רעי"ת). לנטיעות רעי"ת חשיבות גדולה ביצירת יערות מגוונים. פעילויות הנטיעה יכולות לשפר את תהליך הקליטה והצימוח של רעי"ת בהשוואה להתחדשות טבעית. אולם קיים פער מדעי בהבנה של הגורמים שמשפיעים על קליטת ושרידות מיני רעי"ת לאחר הנטיעה. במערכות אקולוגיות מוגבלות מים, כמו יערות ים-תיכוניים, הגובה מעל פני הים משפיע על פרמטרים אקלימיים כגון: טמפרטורת אוויר, ערכי קיצון בטמפרטורה, לחות ועוד. אולם, קיים מעט ידע מדעי על האופן שבו שינויים בטמפרטורה והאינטראקציה של הרום עם זמינות המים משפיעים על התגובות הפיזיולוגיות והכשירות של רעי"ת. הבנה זו חיונית לצורך חיזוי תגובותיהם לשינויים סביבתיים. המחקר בוחן את העמידות של מיני רעי"ת לשילוב בין טמפרטורה ועקת יובש – כגורמים העיקריים המשפיעים על תהליכי הקליטה והצימוח. מטרת המחקר היא לבחון את התגובות הפיזיולוגיות והכשירות האקולוגית של שתילי רעי"ת להשפעה משולבת של טמפרטורה ועקת יובש כחלק מהגורמים המשפיעים על הקליטה והצימוח שלהם. שיטות: שתלנו שתילים של רעי"ת מרכזיים במכלים בחמישה אתרים ברחבי הארץ שמייצגים גרדיאנט גובה וטמפרטורה. בכל אתר חצי מהשתילים קיבלו השקיה מלאה וחצי השקיה בחסר. בצורה זו באפשרותנו לבחון את ההשפעה של הטמפרטורה ועקת היובש על המאפיינים הפיזיולוגיים והכשירות האקולוגית של העצים. בכל חלקות המחקר עקבנו אחר מדדי צימוח, פיזיולוגיה ופנולוגיה, וכן הותקנו דנדרומטרים למדידה מדויקת ורציפה של צימוח הגזע ולבדיקת משק המים. בנוסף, הוצבו בכל תחנה חיישנים למדידת רטיבות הקרקע, ותחנה מטאורולוגית. גישה מחקרית ותוצאות: בניית תחנות הנתונים רואים את ההשפעה של עקת היובש על מדדי הצימוח. כמו כן רואים את ההשפעה השונה של הרום על המדדים שנבחנו במינים ובאתרים השונים. ניתחנו דפוסי צמיחה יומיים ועונתיים מנתוני הדנדרומטרים, תוך חישוב קצבי צמיחה במינים השונים. כך ניתן לזהות את ספי הטמפרטורה וזמינות המים שמגבירים ושמגבילים את פעילות העץ. במדדים הפיזיולוגיים, השוואה בין הטיפולים באמצעות ANOVA וניתוח ברגרסיה כנגד טמפרטורה ויובש. לנטיעות רעי"ת חשיבות גדולה ביצירת יערות מגוונים ברי קיימא המותאמים לבית הגידול, שיכולים להתמודד עם עקות והפרעות ולתמוך במגוון הביולוגי. בנוסף, לנטיעת רעי"ת ערך תרבותי רב המתבטא בהשבת מיני ארץ ישראל לטבע, וככלי חשוב בשיקום אקולוגי של בתי גידול פגועים. המחקר יתרום להבנת התהליכים האקולוגיים שמשפיעים על ההתאמה של מיני עצים רחבי עלים בבית הגידול הים תיכוני. ותשמש לפיתוח פרוטוקולים יישומיים לבחירת מיני הרעי"ת על פי תנאי בית הגידול.

2026, ביולי, 8-9

מרכז הקונגרסים בנייני האומה, ירושלים

הוועידה השנתית ה-54
למדע ולסביבה



ניהול אדפטיבי ביערות קק"ל בעידן שינוי האקלים – ממחקר לפעולה בשטח

שימוש במודלים מרחביים לחיזוי התנהגות אש לצורך מיפוי סכנת שריפות ותכנון הגנה מאש

מור אשכנזי¹, חנוך צורף¹, ג'ון וודקוק², דפנה גלזר², מיכאל דניסיוק², נעמה טסלר², דמיטרי אקסיונוב², ישראל טאובר²

mora@kkl.org.il

1. קרן קיימת לישראל

2. תמה - תכנון סביבתי וממ"ג

העלייה בשכיחות אירועי קיצון כתוצאה משינוי האקלים מורגשת בעשור האחרון ברחבי העולם, ובישראל מתבטאת בעלייה במספר ובתדירות של השריפות החמורות בשטחים הפתוחים. שריפות אלו גורמות לסיכון חיי אדם, לנזק לרכוש ולהרס בתי גידול. קק"ל, בשיתוף גורמים נוספים, פועלת במאמץ רב-תחומי להיערכות לאירועי קיצון, במטרה לצמצם ככל האפשר את השפעותיהם. היערכות יעילה לשריפות מחייבת הבנה מוקדמת של דינמיקת התפשטות האש ושל האזורים בעלי סיכון גבוה, לצורך קביעת סדרי עדיפויות, הקצאת משאבים, תכנון טיפולי ממשק והיערכות תשתיתית. הפרויקט המוצג נשען על עבודה קודמת של מיפוי תצורות צומח באמצעות חישה מרחוק, ומטרתו לשלב נתונים אלו במודל סימולציה לחיזוי התנהגות אש וסכנת שריפות. הפרויקט כלל ארבעה שלבים עיקריים: (1) בחירת מודל סימולציה מתאים לחיזוי התנהגות שריפות; (2) אפיון מודלים של חומרי בעירה לישראל באמצעות סקר מדידות ארצי בתצורות הצומח העיקריות באזור הים-תיכוני ובספר המדבר; (3) הרצת המודל בתאי שטח נבחרים לצורך יצירת מפות סכנת שריפות ותרשישי קיצון; ו-(4) הפקת מפות סכנה פשוטות לצורך השוואה. לאחר סקר בינלאומי נבחר מודל FlameMap, שפותח בשירות הייעור האמריקאי, בשל גמישותו והיכולת להזין אליו נתוני אמת של חומרי בעירה מקומיים. תוצרי הפרויקט מאפשרים כיום הפקת מפות סכנת שריפות המותאמות לצומח ולאקלים בישראל, ובחינת תרחישים שונים להבנת פוטנציאל התפשטות האש ורמת הסיכון. ייחוד המיזם הוא בנייתו רציף של כלל השטח, ללא תלות בגבולות מינהליים, כולל יערות נטועים, שמורות טבע, שטחי מרעה ושטחי מעבר סמוכי יישוב. בכך הוא מהווה בסיס לתכנון ארוך טווח של הגנה מאש, ומקדם שיתוף פעולה בין גופי ניהול וגורמי חירום על בסיס תשתית ידע מקצועית, מקיפה ורלוונטית.

המיזם צפוי לספק תרומה לתכנון הגנה מאש באמצעות פעולות ממשק ותשתיות מתאימות. תוצרי הפרויקט ובעיקר מפות הסכנה לשריפות יתרמו להבנת הסיכון בשטח ויהוו תשתית לתכנון הגנה מאש וקביעת סדרי עדיפויות מתאימים. האש אינה מכירה בגבולות מנהליים ואנו מקווים כי הפרויקט יתרום להבנה טובה יותר של השטח בכללותו ולגיבושה של תכנית אינטגרטיבית לאומית להגנה מאש בשיתוף עם משרדי הגה"ס, החקלאות, כב"ה, רט"ג והוועדה להיערכות לשינויי האקלים.

ניהול אדפטיבי ביערות קק"ל בעידן שינוי האקלים – ממחקר לפעולה בשטח

השפעת מאפייני העץ על המיקרו-אקלים ביערות וחורשים ים תיכוניים

ניצן תמיר¹

Nitsan.tamir@mail.huji.ac.il

1. האוניברסיטה העברית

שינויי האקלים הגבירו את החשיבות של הבנת תנאי המיקרו-אקלים בקנה המידה שבו פועלים אורגניזמים שונים, ובהם האדם. תנאים אלו עשויים להשתנות במידה ניכרת ביחס למאקרו-אקלים הנמדד בתחנות מטאורולוגיות, כתוצאה מאינטראקציות בין טופוגרפיה, קרקע וצמחייה. עצים משפיעים על סביבתם באמצעות שינויי קרינה, זרימת רוח ותהליכי התאדות (אווופורנספירציה), ובכך מעצבים דפוסים מקומיים של טמפרטורה ולחות. בעוד שהשפעת הצומח על טמפרטורת האוויר נחקרה רבות, הידע לגבי השפעתו על הלחות היחסית עדיין מוגבל. הלחות היחסית מהווה משתנה סביבתי מרכזי המשפיע על מאזן המים של הצומח, על עומסי חום ועל תנאי נוחות תרמית עבור האדם, ומהווה מרכיב חשוב בשירותי המערכת האקולוגית שמספקים העצים. במחקר זה נבחנה השפעת מאפיינים מבניים של הצומח המעוצה, בדגש על אחוז כיסוי החופה, על טמפרטורת האוויר והלחות היחסית ביערות וחורשים בישראל. את המדידות ביצעתי בשלושה אתרים – אמציה, רמת הנדיב ויער קדושים, המייצגים מבני צומח של חורש פתוח, חורש מפותח ויער אורנים. בכל אתר התקנתי חיישני טמפרטורה ולחות יחסית מתחת לחופות העצים, תוך מתן דגש על שונות מרבית באחוז כיסוי החופה ובמאפיינים מבניים נוספים. בנוסף, הצבתי חיישנים באזורים חשופים לשמש אשר שימשו כנקודת ייחוס. את החיישנים התקנתי בגובה של 1.5 מטר מעל פני הקרקע, על מנת לשקף את תנאי הטמפרטורה והלחות היחסית בגובה הרלוונטי לאדם ולצומח בגובה בחורש ובתת היער. התוצאות מצביעות על קשר בין אחוז כיסוי החופה לבין טמפרטורת האוויר והלחות היחסית, כאשר אופי הקשר משתנה לאורך היממה. במהלך שעות היום, ובעיקר בשעות השיא, כיסוי חופה גבוה נקשר לערכים נמוכים יותר של הטמפרטורה ולערכים גבוהים יותר של לחות יחסית בהשוואה לאזורים חשופים. בשעות הלילה נצפה דפוס שונה, שבו עלייה באחוז כיסוי החופה נקשרת עם עלייה מתונה בטמפרטורת האוויר ולירידת הלחות היחסית. במבט יומי כולל, כיסוי חופה נקשר להפחתת התנודתיות היומית של שני המשתנים. בנוסף, נמצא כי הקשר משתנה בין עצים שונים, ומצביע על תרומה של מאפיינים מבניים נוספים, כמו צפיפות החופה ומרחק העלים מהחיישן, לעיצוב התנאים הסביבתיים. ממצאי המחקר מדגישים את חשיבותם של עצים בעלי מאפיינים שונים כגורם ממתן של טמפרטורה ולחות יחסית בסביבתם הקרובה, במיוחד בתנאי מיקרו-אקלים קיצוניים. הבדלים אלה רלוונטיים במיוחד בהקשר של שינויי האקלים, שבהם בצורות ועומסי חום הופכים שכיחים יותר, ומחדדים את חשיבותם של תנאי האקלים עבור האדם ואורגניזמים נוספים, וכן את תרומתם של עצים ושונות מבנית לשירותי המערכת האקולוגית ולשיקולים תכנוניים וניהוליים במערכות יער וחורש בישראל.