



קרן קיימת לישראל

עלון מידע ליערנים

גליון מס' 4

שבת תשנ"ב

ינואר 1992

בהוצאת אגף הייעור ומחלקת הפרסומים באגף ההסברה

ת כ ו ן

עמוד

- 1 .1 תוצאות סקר קליטה תשנ"א - א. שפטר
- 3 .2 סיכום תפוקת עץ תשנ"א - מילן קוליץ
- 4 .3 השפעת דילול יער אורן נטוע על הפיסיולוגיה וההתפתחות של העצים ועל הדינמיקה של אוכלוסיות חיפושיות הקליפה - עמרי בונה
- 6 .4 דילול ראשון ביער ברעם - פול גינסבורג
- 7 .5 היבטים שונים של שימור קרקע ומים ביער - רפי אשכנזי
- 9 .6 פגיעה בעצי חורש בכרמל - ציון מדר, עמרי בונה
- 10 .7 כנימת הברוש: איום חדש ליערות אפריקה - ציון מדר
- 11 .8 הדברה ביולוגית של מזיקי אחירותם החורש: השגים וכיווני המחקר - צבי מנדל
- 13 .9 שלג ורוח בעצי היער - יוסף וייץ
- 15 .10 שימוש במערכות חישה מרחוק לצרכי ניהול יערני - ישראל טאובר
- 18 .11 שנת השתלמות בארה"ב - גיל ספיר
- 20 .12 אפשר גם אחרת - יוסף קרני
- 21 .13 ניהול היער כמערכת אקולוגית - ג'ון וודקוק
- 22 .14 דו"ח סיוור של משלחת יערנים מאגף היעור של הקק"ל לאיטליה - יהודה רבס

דו"ח סקר קליטה לנטיעות תש"ן - תשנ"א
הוכן ע"י א. שפטר

לאור מיעוט הגשמים והאיחור בנטיעה בשנת תשנ"א היו חששות כבדים באשר לאחוזי הקליטה של השתילים. מבחינה זו התבדו והסתבר כי אחוזי הקליטה אף גבוהים מבשנה שלפניה. ניתן אף לומר לאחר שתי עונות נטיעה (תש"ן-תשנ"א) כי מגמת הירידה באחוזי הקליטה שהגיעה לשיאה בעונת תשמ"ט (בחבלים צפון ומרכז) - נעצרה ומסתמנת מגמת עליה. לא נעשה עדיין ניתוח כמותי מפורט שיוכל להצביע על הגורמים הישירים לשיפור, אם כי ניתן להעריך באופן איכותי מהמידע שברשותנו כי כמה גורמים חברו יחד והביאו לתוצאות אלה:

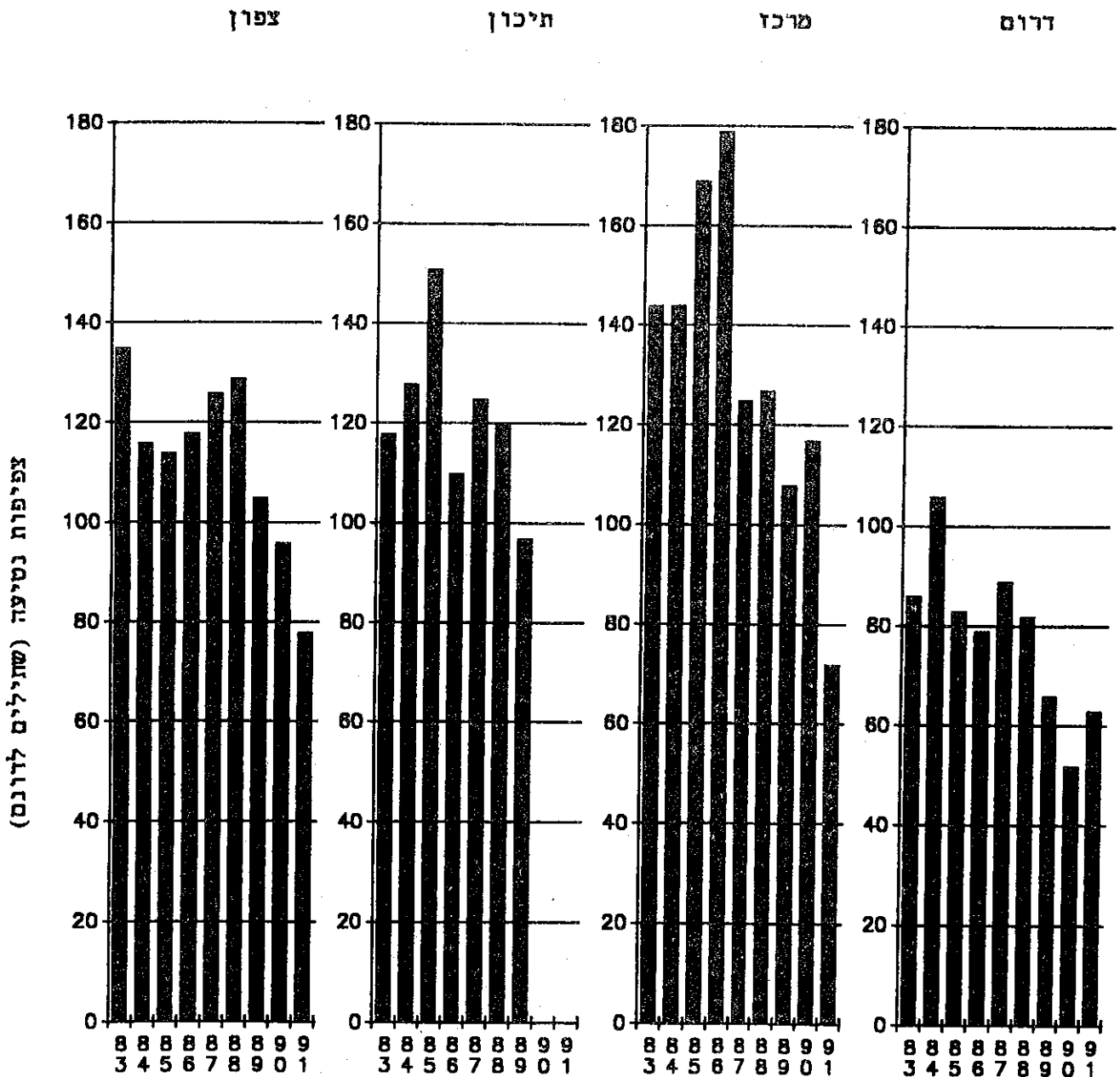
- א. הכנה מכנית של השטחים לנטיעה - באופן נרחב (מחפרון, חריש, רוטר וכד').
- ב. קבלת שתילים באיכות גבוהה מהמשתלות עקב המעבר לשימוש במצעים משובחים וטכנולוגיות מתקדמות אחרות (קיטום אויר בעזרת משטחים מוגבהים, דישון ועוד).
- ג. שימוש גובר והולך בשתילים בשקיות על פני שתילים ערומי שורש (דבר שהתאפשר הודות להורדת נפח השקית בשנתיים האחרונות ושימוש במצעים קלים).
- ד. שימוש בהשקיה ובטיפול פרטני בשנה הראשונה בשטחים קשים במיוחד, בהם הנטיעה לא הצליחה בשיטות הרגילות (דוגמת מורדות טבריה).

תוצאות סקר הקליטה לפי חבלים ואזורים בשנים תש"ן ותשנ"א

החבל והאזור		השטח שנטע (דונם)		מס' העצים שנטעו (דונם)		מס' העצים שנקלטו (דונם)		% אחוז קליטה	
1		1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990
נצרת-כרמל		923	1280	108	94	72	76	83	76
גליל מרכזי		2007	1553	67	88	51	58	70	58
גליל מערבי		1544	1391	72	112	87	78	75	78
גליל תחתון		1657	1765	79	91	58	64	75	64
סה"כ חבל צפון		6130	5989	78	96	66	69	75	69
החוף		1167	1669	90	130	65	50	61	50
עדולם		1295	909	81	112	69	61	65	61
ההר		1931	1767	55	124	75	60	66	60
מנשה עירון		1532	1154	64	94	67	71	75	71
סה"כ חבל מרכז		5925	5499	117	117	69	59	66	59
אשקלון		2492	1101	85	104	85	82	93	82
באר שבע		4899	1991	23	25	18	73	89	73
הר הנגב		2363	2410	84	51	45	89	88	89
סה"כ חבל דרום		9754	5502	63	52	43	83	90	83
סה"כ אגף		21809	16990	70	89	60	67	79	67

מנתוני השנתיים האחרונות מסתבר שהיבטים לתת את הדעת על נושא צפיפות הנטיעה. צפיפות זו פחתה באופן קיצוני ובשנת 91 עמדה על ממוצע של 78 שתילים לדונם בחבל צפון ו-72 בחבל מרכז (ראה איור). חבל דרום נמצא בקטגוריה אחרת מכחינה זו מכיון שחלק גדול מהנטיעות נעשה באזורים ובשיטות של איסוף מי נגר המחיבות נטיעות דלילות. לפי התכנית החדשה למימשק היער הצפיפות בנטיעה צריכה להיות 125-150 שתילים לדונם. יתכן אמנם שאחוז טלעיות גבוה תורם למס' הנמוך של שתילים לדונם בנטיעה אבל גורם זה לא יכול להיות הסבר מלא לתופעה זו שעלולות להיות לה השלכות המורות לעתיד היער. הסיבות לירידה זו יבדקו בהמשך בצורה מפורטת יותר ע"י מדור הסקר.

שינויים בצפיפות הנטיעה בחבלים
בשנים 1983 עד 1991



סיכום תפוקת-עץ באגף היעור לחדשים אפריל - נובמבר 1991
הוכן ע"י מילן קוליץ

בתקופת אפריל 1990-מרס 1991 עמדה תפוקת העץ של אגף היעור על 80,425 טון. תפוקת העץ בתקופה אפריל-נובמבר 1991 מפורטת בטבלה המצורפת. על סמך קצב תפוקת העץ בחדשים אלה, התפוקה השנתית הצפויה גבוהה באופן משמעותי מזו של השנה הקודמת ועתידה להגיע לכ-111,000 טון. יחד עם זאת בתקופת החורף יש בד"כ ירידה בתפוקה כך שיש להניח שבתפוקה השנתית תנוע בין 100,000 - 110,000 טון, במסגרת המאמצים להתגבר על הפיגורים המצטברים בדילול יש לציין את תפוקת העץ בחבל מרכז המהווה 61%!! מכלל תפוקת העץ של האגף. כמו כן מן הראוי לציין ש-62% מסה"כ תפוקת העץ באגף נבעו מדילול ביער המבוגר 23% מכריתה מלאה ביער המחטני ועוד 15% מכריתת אקליפטוסים. חשוב להעיר כי טבלה זו אינה מספקת מידע על הטיפולים ביערות צעירים בהם לדילול אין משמעות מבחינת תפוקת עץ.

חבל	אזור	יער מחטני		אקליפטוס (טון)	סה"כ תפוקת עץ (טון)	תפוקה שנתית צפויה (טון)
		דילול (טון)	כריתה (טון)			
1	2	3	4	5	6	7
<u>צפון</u>	נצרת	3710	1350	879	5939	8908
	גליל מרכזי	5160	1436	814	7410	11115
	גליל מערבי	1437	4573	219	6229	9344
	גליל תחתון	478	443	942	1863	2793
	סה"כ לחבל	10785	7802	2854	21441	32160
<u>מרכז</u>	החוף	6045	1677	2307	10030	15045
	עדולם	11163	480	-	11643	17464
	ההר	11466	36	-	11502	17253
	מנשה עירון	4763	6311	582	11656	17484
	סה"כ לחבל	33438	8504	2889	44831	67246
<u>דרום</u>	אשקלון	1112	558	1751	3421	5132
	באר-שבע	20	21	4034	4075	6112
	הר הנגב	299	19	4	322	483
	סה"כ לחבל	1431	598	5789	7818	11727
	סה"כ לאגף	45654	16904	11532	74090	111133

השפעת דילול יער אורן נטוע על הפיסיולוגיה וההתפתחות של העצים
ועל הדינמיקה של אוכלוסיות חיפושיות הקליפה
עמרי בונה - תמצית עבודת דוקטור

בעקבות דילול יערות אורן נטועים בישראל חלה כמקרים רבים תמותה של עצי אורן המאוכלסים ע"י חיפושיות קליפה (Scolytidae). ההנחה הבסיסית של העבודה היתה שהשינויים במיקרואקלים, עקב פתיחת חופת היער, גורמים לעקה פיסיולוגית בעצי האורן סמוך לאחר הדילול המגבירה את רגישותם להתקפת חיפושיות קליפה אשר נמשכות לשטחי יער שדוללו ומתפתחות לראשונה בשאריות עץ וענפים.

במהלך העבודה נבחנו באורן ירושלים (*Pinus halepensis*) ובאורן קפריסאי (*P. brutia*) גורמים פיסיולוגיים בעלי זיקה לעקת הדילול. כמו כן נבדקו גורמי בית הגידול הקשורים לתופעה והמשפיעים על עוצמתה ואופן התרחיש שתחילתו בדילול וסימומו בהתקפה המונית של חיפושיות קליפה מהמינים *erosus Orthotomicus* ו-*Pityogenes calcaratus*.

לא נמצאו הכדלים במדרים פיסיולוגיים כמו לחץ שרף בגזע, פוטנציאל מים בענפים, תכולת מים במחטים ותכולת פחמימות בשיפת הגזע בין עצים בחלקות מדוללות לעצים בחלקות ביקורת לא מדוללות. לעומת זאת נרשמה עליה חדה בתוספת הביומסה בכותרות ובגדילת הרוחב ועליה משמעותית בנביעת שרף בעצים בחלקות שדוללו. מימצאים אלה, שאינם תומכים בהנחתנו הראשונית, מעלים את האפשרות שעקת הדילול נובעת מערעור במאזן הגדילה-התמינות של העצים. בהתאם לכך תהליכי גדילה נמרצים החלים בעצים, במיוחד בעונת הגדילה הראשונה לאחר הדילול, באים על חשבון יכולת ההגנה שלהם בפני חיפושיות הקליפה. המימצאים בעבודתנו המחזקים דעה זו הם כדלקמן: א. התקפת חיפושיות הקליפה מתרחשת עפ"י רק בתום עונת הגדילה הראשונה לאחר הדילול. ב. חודש מרס הוא גבולי מכחינת השפעתו על עיתוי התקפת חיפושיות הקליפה. רק בעקבות דילול המתבצע עד פברואר-מרס של שנה מסוימת, עת מתחילים תהליכי הגדילה של האורנים בארץ, עלולה להיגרם עקת דילול עוד במהלך אותו קיץ. לעומת זאת, דילול מאפריל ואילך מביא בד"כ להתקפת חיפושיות הקליפה רק בקיץ של השנה הבאה. ג. מרבית ההתקפות של חיפושיות הקליפה לאחר דילול חלות בעומדים צעירים עד גיל 20 שנה. שיעור הפגיעה של חיפושיות הקליפה בעצים שנותרו לאחר דילול יורד ככל שעולה גילם, ככל הנראה עקב הירידה שחלה עם הגיל בעוצמת הצימוח שלהם כתגובה לדילול. ד. חיפושיות הקליפה מתקיפות בעיקר עצים שהיוו את שכבת עצי הכיניים (נשלטים ושותפי שלטון) לפני הדילול, כנראה מכיוון שתגובת הצמיחה של עצים משכבה זו לדילול חזקה יותר מזו של העצים השולטים. ה. התקפת חיפושיות הקליפה לאחר דילול שכיחה דווקא בחלקות הנטועות בקרקעות טרה רוסה, בהן מאזן ההזנה המשופר, עשוי להביא לצמיחה נמרצת יותר של העצים בעקבות הדילול בהשוואה לקרקעות רנדזינה.

צפיפות חיפושיות הקליפה בחלקות שדוללו עולה בחדשים הראשונים לאחר הדילול, אולם התקפת חיפושיות הקליפה על עצי האורן חלה בעיקר בסוף הקיץ (יולי ספטמבר) לאחר שהסתיימו מרבית תהליכי הגדילה והעצים נמצאים בעקת מים מירבית. שאריות חומר עצי מפעולות דילול המתבצע במהלך הקיץ זמינות כמצע ריבוי לחיפושיות הקליפה עד לחודש ימים, ואילו חומר המצטבר במהלך דילול בחודשים אוקטובר-מרס נותר זמין עד שישה חודשים. לפיכך דווקא לאחר דילול חורפי עשויה להתפתח אוכלוסיה גדולה יחסית של חיפושיות קליפה שעלולה לתקוף במהלך הקיץ עצים חיים. ואמנם נמצא בעבודתנו שמרבית המקרים של עקת הדילול חלו לאחר דילול בתקופת החורף.

במהלך העבודה נבדקה גם ההשפעה האפשרית של גורמי סביבה כמו התפתחות צומח עשבוני מתחרה וקיום קשרי שורשים בין עצים לגדמים על הפיסיולוגיה של העצים. הוברר שהתפתחות עשביה בחלקות שדוללו בשנה הראשונה לאחר הדילול היא מועטה מכדי להוות גורם משמעותי בהתפתחות עקת הדילול. נמצא ששיעור קשרי השורשים בין עצי אורן לגדמים שנותרו לאחר דילול בקרקעות רנדזינה היה גבוה בהשוואה לזה שבקרקעות טרה רוסה. ההתעבות המשנית המועטה בגדמים שנותרו כיער מרמזת שהם אינם

מהווים גורם מתחרה, ולפיכך אינם מחמירים את המצב הפיסיולוגי של העצים הנותרים. יתכן אף שקשרי השורשים תורמים להגברת אספקת מים ומינרלים לעצים הנותרים ותורמים בכך למיתון עקת הדילול בקרקעות רנדזינה בהשוואה לקרקעות טרה רוסה.

מימצאי העבודה הנוכחית תורמים להבנה טובה יותר של תגובת עצי האורן ביער הנטוע בישראל לתנאי הסביבה בכלל ולדילול בפרט, אשר עלולים להגביר את רגישותם להתקפת חיפושיות הקליפה. כמו כן הם מציגים לראשונה את הדינמיקה של התפרצות אוכלוסיות חיפושיות הקליפה בישראל ותורמים להבנת הגורמים העיקריים המשפיעים עליה.

המידע שהושג בעבודה זו יאפשר לשפר את ניהול היערות הנטועים בהקשר להפחתת נזקי חיפושיות הקליפה, בדרכים הבאות: א. יכולת לזהות את חלקות היער בהן צפויה התקפת חיפושיות ולרכז בהן את אמצעי המניעה וההדברה בתקופה הקריטית. ב. קביעת עיתוי הדילול ואופן ניהול הטפול בשאריות הדילול בהתאמה לבית הגידול וגיל היער.

המלצות מעשיות ליצרנים

חשוב לתת לתופעת עקת הדילול את המימדים הנכונים. על פי מימצאי העבודה, התופעה מתרחשת רק ב-5% מהשטחים המדוללים, ורק בחלק קטן עוד יותר שיעור הנזק הוא משמעותי. עפ"י לא נפגעים בעקת הדילול עצי עילית כך שהתקפת חיפושיות הקליפה על עצי אורן לאחר הדילול מהווה מעין ברירה טבעית הבאה בהמשך לברירה המלאכותית שבוצעה כאמצעות הדילול ובמהלכה נקטלים בעיקר עצים בקוטר קטן יחסית שנותרו לאחר הדילול. עקת הדילול פוגעת בעיקר בעצי אורן ירושלים כאורן ברוטיה ואילו עצי אורן גלעין ואורן כנרי כמעט ואינם נפגעים. לא נמצא קשר בין עוצמת הדילול ועוצמת התקפת חיפושיות הקליפה.

למרות שלפי מימצאי העבודה בסה"כ היקף הנזקים שנגרמים ע"י התקפת חיפושיות הקליפה בעקבות הדילול הוא שולי, נזק זה עלול לגדול בעתיד, שכן ככל ששטח היער גדל ומתרחב היקף הדילולים והכריתות גדל הפוטנציאל של חיפושיות הקליפה לגרום נזק.

כיצד ניתן לישם באופן מעשי את המסקנות של העבודה?

כל עוד היקף הנזקים הנגרמים עקב עקת הדילול הם ברמה נמוכה יחסית כפי שנמצא בעבודה, אין לדעת להגביל את פעולות הדילול בצורה כל שהיא מתוך חשש לעקת הדילול. יחד עם זאת רצוי שהיערנים יכירו את התנאים בהם צפויה עקת הדילול, כאמור בעיקר חלקות יער צעיר עד גיל 20 שנה, הנטועות על קרקע טרה רוסה ואשר דוללו במהלך חודשי החורף. בתנאים אלה מן הראוי לנקוט במספר צעדים להקטנת הסיכון להתרחשות עקת דילול.

- א. להשתדל לבצע את הדילול בחלקות אלה בחדשי הקיץ מאי - אוקטובר.
- ב. להקטין את כמות הגזם ושאריות הדילול או את זמינותם לאיכלוס ע"י חיפושיות קליפה. דבר זה יכול להעשות בדרכים הבאות:

1. שימוש בשיטת עבודה הכוללת ריסוק עצים שלמים.
2. פינוי השאריות מהשטח לצידי דרכים או לקרחות יער. במקומות אלה הגזם נחשף לקרינה ומתיבש מהר יותר וזמינותו לאיכלוס ע"י חיפושיות קליפה פוחתת. כמו כן ניתן לשרוף את הגזם ביתר קלות. בכל מקרה של שריפת ערימות גזם ביער יש להמנע ככל האפשר מחריכת העצים הנותרים שכן העצים החרוכים רגישים מאד להתקפת חיפושיות קליפה.

3. בארה"ב מומלצת שיטה הנקראת "שרשרת ירוקה" (Green chain), במקרים בהם לא ניתן לפנות את הגזם. שיטה זו עשויה להתאים לתנאי הארץ במיוחד בדילול ביער צעיר. בשיטה זו יש להתחיל בדילול חלקת יער צעיר במהלך הקיץ בקטע מטוים. עם השלמת הדילול בקטע זה יש להמתין 3-4 שבועות עד שחיפושיות הקליפה שמתפתחות בגזם מתגלמות ומוכנות לגיחה, כלומר משך הזמן של התפתחות דור אחד של חיפושיות. בשלב זה יש להמשיך את העבודה וליצור שוב גזם ושאריות דילול טריים אליהם תפנה אוכלוסיית חיפושיות הקליפה המגיחה מהגזם ממחזור הדילול הראשון. כך יש להמשיך במחזוריים של 3-4 שבועות עד לסוף עונת הפעילות של חיפושיות הקליפה בחודשים ספטמבר-אוקטובר. בדרך זו החיפושיות יאכלסו במשך עונת פעילותן את הגזם בלבד ולא תעבורנה לתקיפת העצים העומדים שנותרו לאחר הדילול.

דילול ראשון ביער ברעם פול גינסברג - יערן גוש ברעם

מ ב ו א

כידוע, דילול הוא הכלי העיקרי בידי היערן לטפל ולנהל את היער. הדילול מרכז את כל פוטנציאל הגידול של השטח לעצים הנבחרים ע"י היערן להישאר אחרי הכריחה, ובכך תורם למימשק אופטימלי של היער הן מהבחינה הביולוגית והן מהבחינה הכלכלית. הדילול הראשון קובע את מבנה היער בהמשך מחזור הגידול שלו והוא על כן אחת הפעולות החשובות ביותר לעתיד של היער. ביצוע של הדילול הראשון בזמן הנכון ובעוצמה הנכונה יביא להתפתחות יער עמיד ובריא יותר ותידרשנה פחות פעולות להצלת היער. הדילול הראשון בתורה היערנית מכונה פעמים רבות בשם "דילול לא מסחרי" (Pre-Commercial thinning) כמו גיזום, ריסוס כנגד עשבים, דישון וכו'.

המקום ושיטת העבודה

ביער ברעם קיימים מעל 1000 דונם של יער צעיר (עד גיל 15). בקיץ 1990 ו-1991 בוצעו הדילולים הראשונים בשטחים בהיקף של כ-450 דונם שנטעו בשנים 1981 ו-1983. הדילול בוצע ע"י קבוצת עובדי קק"ל בעזרת משורים מכניים ומשורי קשת ולאחר שבוצע בשטח הגיזום הראשון. המדריכים המקומיים סימנו את החלקות בהתאם להוראות על מנת לדלל למרחקים של 3.0-3.5 מ' בין עץ לעץ (צפיפות של 80-110 עץ/דונם). אחרי הדילול נערכו בשטח תצפיות ומעקבים בהתאם לסטנדרט מקובל במחלקת סקר יער (מדגמים של 200 מ'). כל עץ וגדם סומן בצבע. קוטר כל עץ נמדד בגובה החזה (DBH) כמו כן נמדד גובה העצים (טבלה 1).

דיון ומסקנות

א. צפיפויות החלקות אחרי דילול (110-140 עץ/ד') הינה מעט מעל המצוין בטבלת הצפיפות של אגף היער בה מומלץ לגיל 7 - 9 שנים צפיפות של 80-110 עץ/ד'. מאחר והצפיפות לפני הדילול הייתה גבוהה ובמוצע 250 עץ/ד', הכוונה מאחורי הדילול המתון יחסית הייתה לא להוריד יותר מ-60% של מספר העצים לדונם בבת-אחת מחשש לעקת הדילול. ואמנם בשנה שלאחר ביצוע הדילולים הופיעה התיבשות קלה באורן ירושלים ואורן הגלעין, לעומת זאת באורן ברוטיה הנזק היה מעט גבוה (5% תמותה).

ב. קביעת הצפיפות שיש להשאיר במיני האורן השונים צריכה להעשות על פי קריטריונים שונים ויש לבנות טבלות צפיפות נפרדות למינים השונים. כך למשל יש הבדל גדול בקצב ההתפתחות של אורן ירושלים ואורן גלעין לגבי אותו בית גידול ואין זה נכון לקבוע את איכות בית הגידול ואת מספר העצים שיש להשאיר על פי אותה טבלה.

ג. רצוי לדלל את היער הצעיר לפני הגיזום, בכך ניתן לחסוך ימי עבודה שהופנו לגיזום עצים שבהמשך דוללו.

טבלה 1: מדידות אחרי דילול ראשון ביער ברעם - 10/90

מדגם	חלקת יער	מין האורן	שנת נטיעה	גיל	מס' עצים לפני דילול	מס' עצים אחרי דילול	% הדילול	קוטר בגובה חזה (DBH) ס"מ (ממוצע)	גובה ממוצע מ'
1	5/04	ברוציה	1981	9	235	110	53.0	7.0±1.8	5.6±0.7
2	6/04	גלעין	1981	9	295	115	61.0	7.8±1.9	3.9±0.6
3	27	ירושלים	1983	7	151	140	9.7	7.2±1.4	5.4±0.5
4	27	ירושלים	1983	7	315	135	57.0	5.4±1.2	4.9±0.4

**היבטים שונים של שימור קרקע ומים ביער
רפי אשכנזי - חבל צפון**

ה ק ד מ ה

סחף קרקע ע"י מים נחשב לתהליך העיקרי המביא להפחתה בפוריות הקרקע ולמידבור (Desertification). כיום מליוני דונמים באזורים סמי ארידים ברחבי העולם סובלים מסחף קרקע וחתירה, ואדמות טובות מתכסות כסחף (במשקעי סילט) מנחלים כמו כן מאגרי השקיה ומתקני השקיה אחרים מתמלאים גם הם בסחף.

מאחר והקק"ל אחראית למימשק שטחים רבים במדינה כמו יערות נטע אדם, יערות טבעיים, שטחי בור ומרעה ושטחי חקלאות. מחובת המוסד לדאוג לניהול אחראי של הקרקע בשטחים אלו כדי שלא תיווצרנה בעיות בעתיד. לכן חשוב שפעולות הפיתוח והאחזקה יעשו תוך התחשבות בגורמי שימור קרקע ומים.

הבטים של שימור קרקע ומים

רוב הבעיות של סחף קרקע נגרמות בדרך כלל עקב הפרעות והפרות של המצב הטבעי ע"י האדם. כתנאים טבעיים קיים שווי משקל, המערכת האקולוגית מתפתחת בצורה כזו שהקרקע מכוסה במגוון של עשבוניים ועצים, גורם זה בלבד מאפשר הגנה סבירה וטובה על הקרקע והיווצרות סחף ברמה מינימלית.

כאשר האדם משנה את הסביבה במהלך ביצוע פעולות שונות כמו: בניה, פריצת דרכים והכנסת בקר לשטח מסוים, מופר שיווי המשקל האקולוגי, הכיסוי הצמחי מוסר או משתנה, חל שינוי בתכונות ההידרולוגיות של הקרקע כמו אינפילטרציה (יכולת חלחול המים בשיכבת הקרקע העליונה), רטיבות החתך, וחלחול כחתך הקרקע. כתוצאה מגורמים אלה גובר נגר המים ובמקביל גודל סחף הקרקע.

השיטה הטובה ביותר למניעת סחף בקרקע היא ע"י כיסוי בצמחיה יציבה. היתרונות של הכיסוי בחומר הצמחי מתבטאים בתחומים הבאים:

1. חופת הצמחיה ושכבת החומר האורגני שוברת את אנרגיית טיפות הגשם וכך מקטינה את הסחף.
2. הקרקע מוחזקת ומיוצבת ע"י מערכת השורשים, תפרוסם השורשים בקרקע מגדילה את יכולת החלחול.
3. החומר האורגני תורם לטיוב הקרקע (השפעה על המבנה, תאחיזת מים וכו').

שימוש נכון בקרקע

מקובל לסווג את הקרקעות ביחס לרגישותן לסחף קרקע או ליכולת הנשיאה שלהן, על ידי בדיקת תכונות פשוטות כמו: סוג הקרקע, עומק, תכונות ניקוז, ושיפוע. נהוג לחלק את הקרקעות לקבוצות, על פי רגישותן לסחף קרקע ולפי פעולות השימוש השונות שיש לנקוט בהן בהתאם לשימוש.

שימור הקרקע ביער

אחת מהמטרות של נטיעת היער ואחזקתו היא מניעת סחף קרקע. במקומות רבים בעולם נחשבת מטרה זו כדגל וכמטרה עיקרית לנטיעה וטיפול ביערות, ועקרונות שימור קרקע מיושמים בתכנון ובניהול השוטף של היער. יער המנוהל כראוי מספק הגנה טובה לקרקע ותופעות של סחיפת קרקע כמעט ולא קימות בו.

פריצת דרכים - פריצת ופתיחת דרכים ביער נחשבים לגורם העיקרי המשפיע על הגדלה משמעותית הן של הנגר והן של הסחף. בביצוע הפריצה מופר האיזון בקרקע כמו כן מוסר הכיסוי הצמחי והקרקע נשאר חשופה וחסרת הגנה. לכן באזורים תלולים ובקרקעות סחיפות ובלתי יציבות צריך להמנע מפריצת דרכים.

בבחירת תוואי הדרך יש להשתדל למצוא תוואי שבו כמויות החפירה והמילוי יהיו מינימליות. כאשר נפרצת דרך באזור מסוים צריך להתחשב ולחת פתרונות למים המגיעים לדרך מאגן ההיקוות שבו עוברת הדרך, וכמו כן למים המוסעים על הדרך עצמה. בזמן התכנון רצוי להמנע ממעבר של ואדיות או ערוצים טבעיים, אם המעבר הכרחי יש לתת טיפול הולם למעבר ולאפשר זרימה תקינה של המים.

במקומות שהדרך מעבירה מים למקור עילי נחל או מאגר, או שהדרך עוברת דרך נחל זורם, רצוי להתחשב ולהקטין את הגורמים לעכירות המים (Suspended sediment). גורם זה משפיע ישירות על איכות המים ובעקיפין יש השפעות שליליות על מתקנים חקלאיים הקולטים סחף ונסתמים עם הזמן. הפתרון האופטימלי הוא ריצוף של התוואי באבן וביטון במקום המעבר.

הכנת שטח לנטיעה

הפעולות השיגרתיות בהכנת שטח לנטיעה בשלב ראשון כוללות הורדת הכיסוי הצומח ע"י כיסוח ו/או שריפה. פעולה זו מגדילה את כמות הנגר בשטח. על כן במקומות בהם ניתן, הכנה מכנית ע"י חריש נחשבת לעיבוד האופטימלי המגדיל את קצב האינפלטרציה ואת תכולת הרטיבות. במקומות בהם הכנת הכורות היא ידנית, יש מקום להשקיע מאמץ בכדי להגביר את הנגר לכור ולהגדיל את יכולת האגירה של הכור, כמו כן חשוב לפזר את הכורות בשטח בצורת סגול כדי שלא ייווצר עירוף בתוך השטח. כפי שהוזכר, לכסוי הצמחי חשיבות ראשונה במעלה בכל פעולות שימור הקרקע, לכן במקומות שבהם לא מתאפשרת הכנת בורות מומלץ להשאיר את השטח עם הכסוי הקיים.

ניהול זהיר של כריתות ודילולים

ניהול כושל בעבודות דילול וכריתה מוביל להיווצרות של ערוצים ולהתחתרות בקרקע. קיימים מספר עקרונות בסיסיים בניהול זהיר של כריתות ודילולים:

1. כריתה בה הקרקע רטובה גורמת להידוק לא רצוי, הגורמת להקטנת יכולת החלחול של המים ולהגדלה של הנגר. לכן מומלץ לבצע כריתות מלאות בתקופה בה הקרקע יבשה ואילו דילול שגורם לפגיעה פחותה בכיסוי האורגני של הקרקע ולפתיחה חלקית של חופת היער ניתן לבצע גם בחורף כשהקרקע רטובה.
2. רצוי להשתמש בטרקטורים עם צמיגים בעלי לחץ אוויר נמוך. יש להעדיף הוצאת כולים מהיער כנשיאה (למשל עם מלגזה) מאשר בגרירה המגבירה את העירוף וסחף הקרקע.

3. במקומות רגישים עם קרקע לא יציבה, מומלץ לא לטפל בכלל ולהשאיר את הכיסוי הצמחי הקיים.
4. באיזורים תוליים מומלץ לעבוד עם כננת (Skyline System) ולא על ידי כננת רגילה, וזאת כדי למנוע את העירוף הנגרם על ידי גרירת בולים במעלה המורד. בשיטה זו מועלה או מורד החומר הנכרת לנקודת העמסה ע"י כבל, כאשר הוא תלוי באויר.
5. צמחיה הנמצאת בין 50-70 מטר מנחל מהווה כבופר ומשפיעה על טמפרטורת המים, כריתה באזור זה אסורה לחלוטין מאחר ויש השפעה על עלית הטמפרטורה והשפעה שלילית על כל האקוסיסטמה באזור הנחל.
6. בכריתה על גדות נחל הפסולת האורגנית מוסעת, לגורם זה השפעה שלילית על איכות המים. כמו כן גודל הסחף באיזור זה ונפגעת יציבות הגדה.

שאחי מרעה

בניהול שימור קרקע בשטחי מרעה הדגש העיקרי הוא על הבטחת כסוי צמחי מספיק, המגן על הקרקע מהשפעות ישירות של טיפות הגשם. מטרה זו יכולה להתבצע בדרכים הבאות:

1. עוצמת הרעיה - גודל העדר יקבע על פי יכולת הנשיאה של השטח. אם פעולה זו נעשית בצורה נכונה הכיסוי הצמחי לא מוסר לחלוטין והקרקע נשמרת, כמו כן איכות המרעה לא נפגעת מאחר ואין רעית יתר במינים מסוימים.
2. רעיה ברוטציה - בשיטה זו מחולק שטח הרעיה לחלקות והעדר מועבר מעת לעת מחלקה לחלקה. כל חלקה מקבלת זמן התאוששות והתחדשות אחרי שעברה רעיה, בדרך זו הכיסוי הצמחי נשמר ויש מניעה של סחף קרקע. בשיטה זו אפשר לכווד נקודות רגישות כמו מקורות מים וגדות נחלים בהן הבקר הורס את מכנה הגדה וגם פוגע באיכות המים הזורמים ולמנוע כניסת הבקר אליהן.
3. שימור החומר הצמחי - אזורים רבים בעולם נתונים לסכנות התיבשות מדי כמה שנים, בתקופות ההתיבשות יש לחץ יתר על שטחי המרעה מאחר והביומסה קטנה, כאשר תקופת היובש נגמרת ומתחילים גשמים, נכרים תוצאות של סחף מאחר ואין הגנה של צמיחה על השטח. אחת השיטות להתגבר על בעיה זו היא ע"י אכסון מזון וניצולו בתקופות היבשות.
4. מניעת ריכוז הבקר - בעיות סחף בשטחי מרעה מתחילים באזורים שנחשפו מחומר צמחי ע"י דריכה ומעבר ממושכים של עדר הבקר. לדוגמה, עירוף מתחיל ע"י דריכה של בעלי החיים היורדים בדרך כלל בדרכים קבועות לנקודות מים. פתרון לבעיה זו יכולה להנתן ע"י גידור ויצירת מחיצות שלא יאפשרו מעבר בקר בנקודות שבהם נעשה עירוף.

פגיעה בעצי חורש בכרמל

ציון מדר ועמרי בונה

במהלך חודש אוקטובר (1991) ניראו סימני נזק בעצים ושיחים בחורש הטבעי בכרמל ובגליל המערבי. בכרמל נפגעו מאות עצים בעיקר במורדות ההר מעל לנשר. בגליל המערבי היקף הנזק היה קטן ונפגעו עשרות עצים בלבד. הנזק בעצים ניכר בהופעת כתמים חומים נקרוטיים בעלים, בתמותת עלים ואף בהתיבשות קצות הענפים. נפגעו בעיקר עצי אלון מצוי אך בנוסף ניזוקו מיני עצים ושיחים אחרים כמו: אלה א"י, חרוב, קטלב, בר זית, לוטם, מרווה ועוד.

בבדיקת החומר הצמחי הפגוע בכרמל נמצא, כי כ-80-90% מהעלווה של האלון המצוי נפגעה ע"י עש היוצר מנהרות בעלה וגורם להתיבשותו. העש הוא *Lithocolletis quercus*. מין זה נובר מנהרה בצדו התחתון של עלה האלון. צבעה של המנהרה חום וצורתה כצורת שלפוחית. המנהרה נמצאת על פי-רוב בין העורק הראשי לבין שולי העלה. בעצים המתים לגמרי והמתים למחצה של בו זית נראתה אוכלוסיה ניכרת של פסילת האגס *Psylla pyricola*. חשוב לציין, כי ברוב מיני העצים שנפגעו לא צפויה תמותה, היות ועיקר הנזק היה בעלווה ובמרבית העצים כבר נראה לבלוב מחודש מהענפים.

נראה לנו כי הפגיעה בעצי החורש ובמיוחד בכרמל נובעת מפליטת חומרים כימיים שמקורם במפרץ חיפה. העובדה שהפגיעה חלה בתוך זמן קצר בטווח רחב של מינים ובאיזורים הסמוכים למקור הזיהום מחזקת אפשרות זו. המזיקים הנ"ל הם משניים, ועל פי הידוע לנו ממקרים אחרים בהם מזיקים היו מעורבים בגרימת תמותת עצי יער בארץ, התופעה נובעת מיובש מתמשך, צפיפות יתר ביער, דילול, שימוש בכימיקלים (קוטלי עשבים וכיו"ב) או מפגיעות מכניות בעצים.

הדו"ח מתבסס על מספר תצפיות בשטח הניזוק. בכל מקרה על מנת להסיק מסקנות החלטיות יש להמשיך ולבדוק ביסודיות רבה את הגורמים לפגיעה בעצי החורש הטבעי הן בכרמל והן בגליל המערבי.

כנימת הכרוש: איום חדש על יערות אפריקה ציון מדר

ביערות אפריקה נתגלו לאחרונה נזקים קשים ביערות נטועים של כרוש לוזיטניקה *Cupressus lusitanica* ע"י כנימת הכרוש האפורה *Cinara cupressi*. הנזק התגלה בארצות כמו קניה, טנזניה, אוגנדה, זאיר ובארצות נוספות בדרום ובמזרח אפריקה בהם בוצעו נטיעת נרחבות של מין זה שבית גידולו הטבעי הוא מרכז אמריקה: מקסיקו וההרים הגבוהים של גואטמלה. כרוש לוזיטניקה הוא מרכיב טיפוסי ודומיננטי בחלקות לייצור עצה, שוברי רוח, נוי וכיו"ב בארצות אלה, שכן הוא בעל כושר גידול מהיר ומפתח קורה ישרה. כנימת הכרוש נמנית על הסוג *Cinara* הכולל כ-175 מינים הפוגעים בענפונים של מיני מחטניים רבים בחצי הכדור הצפוני. בד"כ כנימה זו לא נחשבת למזיק עקרי לעצי היער אך מסיבה לא ברורה התעצמה אוכלוסיית המזיק באזורים הנ"ל, באופן כזה שגרמה לנזקים קשים בעיקר בכרוש לוזיטניקה. הכנימות מתפתחות כמושכות גדולות על ענפונים או ענפים ומפרישות כמויות גדולות של טל דבש. הנזק מתבטא בפייחת, בהצהכת ענפים והתיבשותם ובפיגור בהתפתחות העץ. כנימת הכרוש בעלת תפוצה רחבה באירופה והמזרח הקרוב, צפון אמריקה ועוד, ולאחרונה נמצאה גם בישראל. תחום הפונדקאים במשפחת הכרושיים (Cupressaceae) כולל את הסוגים: כרוש (*Cupressus*), תויה (*Thuja*), ערער (*Juniperus*), כמציפריס (*Chamaecyparis*) ו-*Widdringtonia*. באירופה ובמזרח הקרוב פגעה כנימת הכרוש בתחום רחב של עצים שניטעו כולל - כרוש אריזוני, כרוש מקרוקרפה, כרוש מצוי ותויה מערבית. מיני ערער טבעי נפגעו אף הם. דווח על נזקים בעצי כרוש גם באיטליה, ישראל וירדן. מלבד כרוש לוזיטניקה הרגיש באופן מיוחד לכנימה, נפגעו באפריקה גם מיני כרוש נוספים ערער (*J. Procera*) וקליטריס.

מבחינה כלכלית נגרמים נזקים קשים, היות ומין זה משמש מקור עיקרי לאספקת עצה. תפוקת עץ (ממוצעת) המתקבלת מנטיעות מבוגרות של כרוש לוזיטניקה (בגיל 25 שנים) בכתי גידול טובים היא כ-30 מ³ עץ לדונם.

מומלצות מספר דרכים בכדי להתמודד עם הבעיה:

הדברה כימית - שימוש בקוטלי חרקים במועד המתאים פוגע באוכלוסיית המזיק אך למרות ההצלחה בהפחתת אוכלוסיית הכנימה, נמשכה תמותה בחלק מהעצים. בנוסף קיימת בעייה של זהום הסכיבה ע"י כימקאליים.

ניהול יערני (Silvicultural management)

(א) דילול - היות ואוכלוסיית המזיק נוטה להתרכז בחלקים צפופים בתוך צמרות העץ, אזי הדילול יגרום ליצירת תנאים פחות טובים להתפתחות אוכלוסיית המזיק.

(ב) נטיעה בכתי גידול טובים - נטיעות כקרקעות רדודות בהם ממשק המים בקרקע הוא ירוד מביא את העצים לעקת מים וכתוצאה מכך לרגישות יתר למזיק.

(ג) השבחה גנטית - ע"י רכזי וגטטיבי מפרטים עמידים שנותרו בחלקות פגועות קשה.

(ד) שימוש במיני ברושיים הרגישים פחות למזיק (טולרנטיים).

הדברה ביולוגית

אינטרודוקציה של אויבים טבעיים (טורפים, פרזיטים).

משמעות הנושא לנטיעת ברוש לוזיטניקה בישראל

כנימת הכרוש האפורה אובחנה בישראל במאי 1980 כאילנות בענפי ברוש מצוי באוכלוסיות קטנות, יותר מאוחר (מאי 1983) נמצאה הכנימה באוכלוסיות גדולות בתל השומר, עד כדי גרימת נזק בחלק ניכר של ענפוני ברוש מצוי. מכאן שמזיק זה הוא בעל פוטנציאל נזק משמעותי גם אצלנו. בשנים האחרונות לא דווח על נזקים שנגרמו ע"י כנימה זאת בארץ. (מימצאים בנושא פורסמו ע"י צבי מנדל ויעקב גולן ב"השדה", 1983).

מין זה (*C. lusitanica*) גדל במספר חלקות ובאיזורים שונים בארץ (שגב, שער הגיא) בהצלחה רבה וללא פגיעות ע"י מחלות ומזיקים, כולל המזיק שנדון במאמר. נוסף לכך, מין זה ידוע בספרות בעל רמת עמידות גבוהה יותר למחלת הסירידיום (*Seiridium cardinale*) בהשוואה לברוש המצוי, השכיח אצלנו בנטיעות. משום כך, אנו משלבים מין זה בנטיעות באופן הדרגתי תוך מעקב מתמיד אחר התאמתו לבתי גידול שונים ובדיקת רגישות מין זה למחלות הברוש בתנאי שדה.

המאמר שב ומדגיש את החשיבות הרבה של גיוון נטיעות יערניות במינים מתאימים ושאינן להסתמך על מין זה או אחר, ויהיה מוצלח ככל שהיה. כמו כן, מודגשת החשיבות בהקמת חלקות אם לזרעים שמקורם בעצים עמידים ששרדו בחלקות קשות, כפי שאומנם נעשה גם אצלנו ביחס למחלות הברוש ומטצוקוקוס.

החומר למאמר סוכם מתוך:

Ciesla, W.M. 1991. Cypress aphid: a new threat to Africa's forests. *Unasylva* (167) 42:51-55

הדברה ביולוגית של מזיקי אחרותם החורש: השגים וכיווני המחקר

מאת

צבי מנדל ופביאן עשאל, המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי
עמי זהבי, אגף היעור, הקרן הקימת לישראל

למעבר של תוצרים טוקסיים מהצמח אל המזיקים ומהם אל הטורפים והטפילים עלולה להיות השפעה שלילית על הצמח, לאוכלי הצמח ו/או לאויביהם הטבעיים. מנקודת המבט של המגדל (היערן או החקלאי) מעבר רעלנים בין שלוש רמות ההזנה הנ"ל היא חיובית אם אוכלי הצמח נפגעים מהם יותר מאשר אויביהם הטבעיים.

חרקים צמחוניים מותאמים להתמודדות עם הרעלנים בצמח יותר מאשר חרקים שאינם ניזונים ישירות על הצמח. ספיגת תוצרים אלו ע"י אוכלי הצמחים ידועה בעיקר במיני חרקים בעלי טווח פונדקאים צר. הרעלנים המצטברים בגופם מקנים להם הגנה יעילה בעיקר נגד טורפים כלליים ופחות כנגד טורפיהם וטפיליהם היחודיים.

אחירותם החורש (*Spartium junceum*) הוא אחד מיני השיחים היפים בחורש בארץ, ושכיח מאד בנטיעות אגף היעור ובנוי. התפוצה הטבעית של האחירותם היא ים-תיכונית. בישראל, הכרמל מהווה את גבול תפוצתו הטבעי הדרומי. אחירותם עשיר באלקלואידים, בעיקר *cytisine* ו-*N-Methylcytisine*, המקנים לצמח את עמידותו לרעיה.

מיני החרקים היחודיים לאחירותם אינם מזיקים בעלי משמעות יצרנית. כך לדוגמה עש הרוחם (*Uresiphita limbalis*) פוגע לפרקים בשחילי אחירותם במשתלות, אך נזקו על פי רוב שולי. בארץ אחירותם ניזוק ע"י שני מיני כנימות רב-פונדקאיות: איצריית ההדרים (*Icerya purchasi*) וכנימת הקטניות (*Aphis craccivora*). חשוב לציין ששני מיני הכנימות מודכרים היטב כשהם מתפתחים על טווח רחב של מיני צמחים. אולם כשהכנימות הנ"ל מאכלסות מספר מיני צמחים עשירים באלקלואידים הן הופכות חסונות, או עמידות, לרבים מאויביהן הטבעיים. חסינות (או העמידות) זו מושגת ע"י צבירת אלקלואידים בגוף הכנימות. כך איצריית ההדרים מוגנת בפני טורפה היעיל, חיפושית הרודוליה (*Rodolia cardinalis*), ממשפחת פרות (משה).

טבלה 1 מוצגת להשפעה השלילית של אחירותם החורש על חיפושית הרודוליה. כשיפושית הרודוליה טורפת איצרייה המאכלסת את האחירותם משך התפתחותה של החיפושית כמעט מוכפל, ושיעור הפרטים המצליחים להשלים התפתחותם פוחת מ-100% ל-11% בלבד (בהשוואה לצמחים שאינם טוקסיים). התפרצות של אוכלוסית האיצרייה גורמת במוקדם או במאוחר לתמותת האחירותם, תהליך שנמשך עונות אחדות. חשוב לציין שהאיצרייה אינה מופיעה על אחירותם באוכלוסיות גדולות כבתי גידול יבשים. לפיכך נזקים קשים נגרמו על ידה כבתי גידול לחים, מפנים צפוניים ובמקומות מושקים.

טבלה 1. השפעת צמח הפונדקאי על משך התפתחות (ימים) ושיעור ההשרדות (%) של חיפושית הרודוליה *Rodolia cardinalis* ב-25°C. המזון כולל איצרייה בדרגות של זחלים ונקבות צעירות.

שיעור ההשרדות	משך ההתפתחות	צמח הפונדקאי
100a	10.2a	פיטוספורום יפני
95b	10.3a	אשכולית
11b	18.0b	אחירותם החורש

גם כנימת הקטניות מוגנת מפני אויביה הטבעיים כשהיא מתפתחת על אחירותם, ובאופן דומה להתגוננותה של איצריית ההדרים. אולם לכנימת הקטניות יתרון דווקא כבתי גידול יבשים, שם היא גורמת להתיבשות חלקי שיח שנה אחר שנה. חשוב לציין שזק ניכר דווקא בנטיעות. טבלה 2 מדגימה את השפעת האחירותם על עוצמת התמותה הנגרמת ע"י צרעות טפיליות לאוכלוסית כנימת הקטניות. השוואת שיעורי הטפיליות הגבוהים באוכלוסית הכנימה כשזו מתפתחת על מיני בר של אספספת (*Medicago* spp) ודבשה (*Melilotus* spp) בהשוואה לשיעור הטפיליות הנמוכים על אחירותם.

טבלה 2. השפעת צמח הפונדקאי על שיעור הטפיליות בכנימת הקטניות *Aphis craccivora*

מיני ההצרעות הטפיליות	טפיליות %		צמח פונדקאי
	טורח	ממוצע	
<i>Ephedrus persicae</i> <i>Lysiphlaebus fabarum</i> <i>Aphidius</i> sp	6.2-83.4	40.0	אספסת ודבשה
<i>Aphidius</i> sp <i>L. fabarum</i>	0-2.3	0.7	אחירותם החורש

מובן שההדברה הכימית אינה מעשית בחורש לפיכך בכדי "לתקן" את ההדברה הטבעית של הכנימות החלטנו לבחון אויבים טבעיים של הכנימות המסוגלים להתמודד בהצלחה עם האלקלואידים בגוף הכנימות.

בשלב ראשון בחרנו להציג פתרון לבעית איצריית ההדרים. לשם כך אספנו בארה"ב זכוב טפיל (*Crytochaetum iceryae*) המסוגל לתקוף ולהתפתח רק על איצריית ההדרים. הזכוב הובא לישראל והופץ בחלקות אחירותם נגועות קשה באיצריית ההדרים במספר איזורים. תוך שנתיים לאחר האיקלום הביא הזכוב הטפיל להדברה יעילה של

האיצריה בכל שטחי הנסוי, ומשם פשט הזכוב גם לחלקות ולאזורים אחרים תוך שהוא מותיר בשטח אוכלוסיה אפסית של הכנימה המספיקה להשרדותו בשטח. מבצע הדברה מוצלח זה שיחרר למעשה את צמחי האחירותם מנזקי איצריית ההדרים.

שלב ב' של המחקר יכלול איסוף בחו"ל ואיקלום אויבים טבעיים מתאימים של כנימת הקטניות, אנו מקווים שבעתיד הקרוב נוכל לדווח גם על הצלחות בכיוון זה.

שלג ורוח בעצי היער

קטע מתוך מאמרו של יוסף וייץ המופיע

בחוברת "ליערן" מס' 1 - ניסן תשכ"ח (מרץ 1968)

...השלג הגדול מלווה סערה בעצמת 80-100 קמ"ש בירושלים, (לדברי ח. בלס מאשתאול הגיעה באיזור ההוא העצמה עד 140 קמ"ש) החל בחצות הלילה ליום 15 בינואר 1968 ועד אור הבוקר, בשעה 6, כיסה בירושלים את עין הארץ בגובה 20-30 ס"מ ורובץ על עצים ושיחים. כבר בבוקר נתגלו השמות שירדו על עצים ושיחים: ראשים פסוקים, בדים גדועים ושרשים עקורים. אותו יום הוסיף השלג לרדת עד ערב, כשעצמת הרוח רפתה במקצת. מעטה השלג הגיע אז לגובה 40-50 ס"מ והוא התפשט לכל העברים עד לגובה הרים של 550-600 מטר מעל פני הים, ביהודה ובגליל העליון, מפולת עצים ושיחים מפגיעה ישירה רבתה ברחובות ובגינות, בשדרות וביערות, בשכונות רחביה, בית הכרם וקרית משה גדל ההרס ככל שהם עטורים חודש ושדרה ונוי; רבו בהם פסוקים, שבורים ועקורים, וכן ביער ירושלים, ביערות קרית ענבים ומעלה החמישה - ביהודה, ביערות ביריה וסאסא - בגליל וביער ואדי אל קוף בדרך חברון - גוברין.

לדעת פרופ' ד. אשבל הגיע השלג בירושלים לגובה 50 ס"מ ומימיו היו 90 מ"מ, נמצא משקל השלג כעשרים אחוזים ממשקל המים, או 180 ק"ג מטר מעוקב. משקלו של שלג בבית הכרם ביום השלישי לתנוחתו הביא לכדי 200 ק"ג למטר³, ומשקלו של שלג בצפת למחרת תנוחתו (השלג השני) עלה לכדי 275 ק"ג למטר³.

מההצפיות לנזקים בעצי היער, גרומי השלג הגדול מלווה סופה מסתבר:

א. ראשון לפגיעה הוא עץ הקזוארינה, ניזוק בפיסוק אמירים ובגידוע בדים, אבל לא בשבר גזעים. בשדרת מאה הקזוארינה ברחוב החלוץ בבית הכרם נפגעו 90% ורובם בפיסוק אמירים, שהגורם העיקרי הוא, כנראה, הסערה.

ב. השני לפגיעות הוא אורן ירושלים. הוא לוקה בכל שלושת הנזיקין: פיסוק האמיר, שבר ענפים ועקירה משורש. הפיסוק, ככל שהצמרת צפופה ודחוסת פוארות; הוא חובל גם במחצית הגזע ולמטה הימנה, בשל דחף הרוח בעצמתו המלאה וכובד השלג הנערם על כותרתו העלוותית. בבית הכרם ניזוקו עצי אורן ירושלים בני 40 שנה שלגזעם בגובה החזה קוטר של 40 ס"מ; ראשיהם נפסקו בגובה 2-4 מטר. בחורש סאסא שלמרגלות הר מירון, עצי אורן ירושלים בני 17-18 שנה, זקופים תמירים וצפופי כותרות, נזוקו כאלף עצים ע"י שבר-גזע המהווים 15% מ"עומד" החורש; הנזקים רבו, כנראה, בשל מקומו על שתי גבעות וגיב צר ביניהם, אשר בעבור הרוח בו היתה לסופת-פרצים שהפילה, עם הערמת צבורי-שלג, עשרות עצים שעמדו בדרכה. (במקום זה נפגעו גם שיחי האלון המצוי בשבר-נופם). תופעה קשה דומה אירעה בעצי אורן ירושלים הותיקים בסביבת בתי ההבראה והמגורים בקרית ענבים ובמעלה החמישה; ועצי אורן ירושלים בני 17 באחד המורדות של יער ירושלים בסביבת יפה-נוף נעקרו על שרשיהם, כשהם נטועים בקרקע עמוקה 25-30 ס"מ על פני משטח סלעי. עומק זה לא מנע מהם גדילה מניחה את

הדעת, בהשיגם בגיל זה גובה של 6-7 מטר ועובי קוטר - בגובה החזה - 12 ס"מ, אלא שהתערות השרשים היתה ברוחב וכשהיו בהם הרוח והשלג "נהפכו" על מערכת שרשיהם, בצורת צלחת בת מטר מרובע מדובקת ומגובלת שרשים ועפר.

נמלטו מפגיעות אלה: עצים צעירים עד גיל 10-12; הם נכפפים מהרוח העוברת עליהם והשלג באין לו אחיזה רבה בעלוותם השחוחה אין משאו רב ועצים ותיקים העומדים רווחים וצמרתם עגולה וחלולה, אם כי בדים בודדים עלולים להשבר, כמקרה העצים בני 75-80 שנה ברחוב בית החולים זיו ועץ אורן ישיש כבן מאתיים בכנסיה הארמנית בירושלים.

ג. השלישי לפגיעות טבע זה הוא עץ האקליפטוס השכיה כארצנו. הוא נידון בשבר - ענפים והגורם לו הוא בעיקר עצמת הרוח. שמה נעשתה בשורת האקליפטוסים מימין לכביש העולה ממירון לצפת, אם כי החורש, מעורב הארנים, אשר מולה משמאל, לא ניזוק כמעט כלל. הסופה שעברה בשדרה זו היא שמצאה את שורת האקליפטוסים בלתי מוגנה והפילה בה חללים, וכמקרה זה היה קורה לה גם אילולא היתה מלווה גריסי שלג.

ד. פגיעים הם גם עצי אקציה, ארוכת העלה וכחולת העלה; בשל עלוותם המרובה במספר ובגודל נערם עליהם השלג ונאחז בהם בלי גלוש, גם כשענפיהם הגמישים שחים למטה, אבל בשל רכותם אינם עומדים בפני משאו. פגיעותם של עצים אלה משלג מרובה על פגיעה מרוח.

לעומת מיני העצים הנקובים לעיל, נמצאו עצי יער מחטניים חסונים בעמידתם נגד התקפת סופת השלגים שעברה בארצנו, והם: הארז; לכנוני, אטלנטי ודיאודרה; אורן; גלעין, קנרי וברוטיה; הכרוש; אפקי צריפי, מקרוקרפה ואריזוניקה.

א. השלם בכולם הוא הארז על שלושת מיניו, בכל מקום שהוא: בירושלים, במעלה החמישה ובכיריה. ארז זה שענפיו פשוטים. למרחבים ופארותיהם ככפות פתוחות מתוחות, משנגע בהם השלג התכופו הענפים והכפות שומטו למטה, כאילו להתחמק מתת אחיזה לשלג, והוא היה תלוי וגולש.

ב. אחריו בחסינות הוא אורן הגלעין, בחורש שבמעלה החמישה, והם זריעים משנת 1920, אילנות זקופים וגבוהים נושאי צמרות שמשיות, לא נמצא ביניהם פיסוק ראש ולא עקירה, כי אם שכרי ענפים כודדים בכל אלפי העצים שהחורש מונה בתוכו. שסופת השלג התחוללה בתוכו - מעידים עצי אורן ירושלים שבשכנותם, שגיאים גם הם, נפגעו

קשה בפסיק ראשים ושברי בדים. חסינותו של אורן הגלעין מוכחת גם מהחורש שבמעלה הגולן בואכה הכפר מסעדה. בגובה שבין 800 ל-900 מטר משני עברי הכביש מתנוסס ים אלה זריעי שנות 1950-1952, מפורזים, כ-20-30 אילנות לדונם, ומפותחים יפה - גבהם 6 - 7 מטר ועובי קוטר, בגובה החזה, 20-25 ס"מ, - פתוחים לרוחות ולשלגים, ולא מצאנו בהם, כיום 4 בפברואר השנה, נזוקים אלא בודדים כשמקום התורפה של השבר הוא בהתפצלות הגזע לשנים.

ג. אחריו בחסינות הוא אורן קנרי, גם בחורש אורן זה במעלה החמישה, הוא חורש יחיעם, הפתוח וגלוי לרוח מערב נמצאו בין כ-70 אילנותיו 6 פסוקי ראש הנחשלים שכיניהם. קבוצות בנות 5-8 אורן קנרי וכן בודדים בגינות בית הכרם בגיל 40-45 שנה לא נפגעו כלל. בגינה אחת ברחוב החלוץ נטועים 6 עצי אורן קנרי וביניהם אורן ירושלים אחד, הלז נפגע ונפסק אמירו ואילו כל ששת הקנרים יצאו שלימים בלי פגם כל שהוא.

ד. אחריו אורן ברוטיה, גם הוא עמיד היה בסופת השלג בהר יהודה ובהר הגליל, אם כי שברי ענפים לא נעדרו באילנותיו, באחוז לא גדול. אורן ברוטיה במלואים של החורש במעלה הגולן, בני עשר, יצאו מהשלג של השנה במתום.

ה. תכונה של עמידות איתנה בעצמת הרוח והשלג אפשר ליחס גם לברוש על זניו המצויים אצלנו, ובראש כולם הברוש האפקי. גם הוא, כארז, שומט ענפיו להרחיב מעבר לרוח ולניעור השלג הנערם עליו. הברושים הזקופים, שגיאי קומה וכהי גוון אשר בבית הכרם לא נפגעו כלל, לעומתם הקזוארינות, ארני ירושלים ואקליפטוסים שבשכנותיהם ובקרבם נזוקו קשה ורב בהם ההרס על כל תקלותיו, והברושים הם הגלויים למשב הרוח ולהשלכת פתותי השלג וגריטיו. גם בברוש הצריפי לא ניכרים שברים אלא זעיר פה וזעיר שם, אלא שענפיו החבוקים אל הגזע מתפשקים וצורת העץ נפגמת עד שובה לקדמותה במרוצת הימים.

בעמידות רבה מחונן גם הברוש מקרוקרפה ופחות ממנה הברוש אריזוניקה. רובם של האחרונים בבית הכרם לקו בשברי ענפים וגם בפיסוק אמירים.

היש להסיק מסקנות מעשיות מאשר אירע לעצים מסוימים בסופת השלג שהתחוללה בארצנו לגבי בחירת עצים ליער ולנוי בעתיד? אמנם תופעה של "סופת שלג" בעצמה רבה נדירה היא אצלנו. בששים שנות חיי בארצנו איני יכול לציין עוד אחת כמותה, בפברואר 1950 ירד שלג רב שכיסה רובה של הארץ בליווי טמפרטורה נמוכה, 1-13 מעלות מתחת לאפס, ואז נגרמו הנזקים לאקליפטוסים שקפאו, ובארני ירושלים נשברו ענפים וצמרות תחת עומס השלג. אבל סופה לעצמה ושלג לעצמו נפרצים הם ויש לחשוש לכל יכולע לעצים שלנו מכל אחד של מלאכי חבלה אלה, אי לזאת יש להמליץ:

א. יערות הנטועים בהרים גבוהים מפני הים שש מאות מטר ומעלה - רצוי להמעיט במספר עצי אורן ירושלים ולהרבות בסדר זה: אורן גלעין, קנרי, ברוטיה וברוש אפקי. אם ניתן לגדל ארזים על זניו - מה טוב.

ב. בגינות נוי עירוניות וכפריות, לא ייוחד אורן ירושלים כלל: אורן הגלעין, קנרי, ברוטיה וברוש אפקי כהה הגוון יקחו את מקומו.

שימוש במערכות חישה מרחוק לצרכי ניהול יערני

ישראל טאובר - מדור הסקר

הקדמה

בשנים האחרונות עם התגברות הלחץ על משאבי היער, הגישה היערנית נוטה יותר ויותר לכיוון של יצירת יער רב תכליתי שיתאים למספר רב של מטרות. עם זאת משימת הניהול של יער רב תכליתי היא מורכבת הרבה יותר מאשר ניהול יער שנועד למטרה אחת בלבד (כגון תפוקת עץ או נופש וכד').

האינפורמציה הדרושה לצורך ניהול יער לתפוקת עץ בלבד היא מורכבת אבל זמינה ונוחה יחסית. לעומת זאת לצורך ניהול נכון של שימושים נוספים המשולבים ביער כגון: נופש, מרעה, שילוב חקלאות ויער וכן התחשבות בשיקולים נופיים וסביבתיים, יש צורך באינפורמציה מפורטת יותר בזמן אמיתי ונדרשות מערכות מידע מפותחות לצורך תמיכה ועזרה בקבלת החלטות.

בשנים האחרונות נכנסו לשימוש אזרחי טכנולוגיות חדשות בתחום החישה מרחוק ועיבוד הנתונים אשר באופן טבעי יכולות להשתלב במערכות יערניות מפאת הצורך באיסוף נתונים ושליטה על שטחים נרחבים ומגוונים שחלים בהם שינויים חדישים.

הדמאות לוויין ויישומיהן:

לווייני Landsat: בשנת 1972 הוכנס לשימוש לוויין ה-Landsat 1 ופתח אפשרויות רבות לשימוש אזרחי בטכנולוגיה של חישה מרחוק. ניצול אמצעי זה בתחום היעור היה מתבקש. למרות זאת עברו עוד שנים אחדות עד שאמצעי זה הפך מקובל ונפוץ. הלוויין הקיים היום מסדרה זו הינו ה-Landsat 5. מערכות החישה של הלוויינים בסדרה זו התפתחו במשך השנים והיום קיימת בלוויין זה מערכת Thematic Mapper (TM). המערכת מפרידה את הקרינה המוחזרת מפני האדמה ל-7 ערוצים ספקטריים כולל שני ערוצי אינפרא אדום בתחום הגלים הקצרים וערוץ אינפרא אדום תרמי בעל הפרדה נמוכה. המידע הנקלט ע"י הלוויין משודר לתחנת קרקע אשר מכינה את המידע לצרכי עיבוד יישומי. המידע הבסיסי נמצא על סרט מגנטי כמידע ספרתי מסרט זה ניתן לעבד את המידע בעזרת מערכות ממוחשבות כאשר יש אפשרות לעבד כל תחום ספקטרי באופן נפרד או לשלב ביניהם. מסרט מגנטי זה ניתן גם לקבל תמונה. כושר ההפרדה הקרקעי של לוויין ה-Landsat התפתח עם השנים. מכושר הפרדה של 80 מטר בלוויינים הראשונים בסדרה הגיעו לכושר הפרדה של 30 מ' בלוויין הנוכחי. משמעות נתון זה היא שכל יחידת מידע בסרט המגנטי מהווה אנטגרציה של כלל הקרינה המוחזרת מיחידת קרקע בגודל 30x30 מטר.

לווייני Spot: צרפת שלחה את לוויין ה-Spot בשנת 86. לוויין זה הוא בעל כושר הפרדה קרקעי של 20 מ' עם שני ערוצים בתחום האור הנראה וערוץ אינפרא אדום וכן ערוץ פנכרומטי בעל כושר הפרדה גבוה יותר של 10 מ'. השילוב של שני הערוצים מאפשר הכחנה בפרטים בעזרת הערוץ בעל כושר ההפרדה של 10 מ' ויחד עם זאת שימוש ביכולת הרב-ערוצית. החידוש החשוב בלוויין זה הוא יכולתו להסיט את עדשת המצלמה ולצלם גם בזווית של עד 27.5° משמעות יכולת זו מתבטאת בשני מישורים.

1. יכולת השגת הדמאות לוויין סטראוסקופית המתאימה למיפוי טופוגרפי בהיקף נרחב
2. יכולת חזרה על איזור נתון אחת ל-2-3 ימים ע"י צילום בזווית ממסלול שאינו עובר בדיוק מעל השטח לעומת מחזור של 16 יום בלוויין ה-Landsat.

שני הלוויינים מופעלים על בסיס מסחרי וניתן לרכוש הדמאות של כל אחד מהם לפי כל דרישה. צילום אחד של לוויין ה-Landsat מכסה 180x180 ק"מ ושל ה-Spot 60x60 ק"מ.

יישומים בתחום היעור

1. מיפוי יער: הדמאות לוויין הן אמצעי יעיל ומשתלם כלכלית למיפוי נרחב של יערות לצרכים כמו שליטה והתמצאות, אינוונטר היער, רמות חומר דליק, שטחים כרותים, חידוש טבעי ושטחים מוצפים כמו כן ניתן למפות קבוצות צפיפות שונות ביער ואינפורמציה כללית נוספת כגון חלוקה לאיזורים אקולוגיים.

ההפרדה הטובה המתקבלת מהדמאות הלוויין מביאה לכך שפיענוח התמונה יכול להיעשות כמעט במקום. כמו כן השימוש בערוצים של אינפרא אדום והיכולת לשלב בין מספר ערוצי צבע ב-Landsat מאפשרים הכחנה בין מיני עצים שונים ואפילו בהבדלי גילים.

2. עדכון מידי של שינויים ביער: הדמאות לוויין מתאימות במיוחד לצורך עדכון המיפוי בשינויים שחלו ביער כגון: פריצת דרכים, כריתות, שרפות, מחלות, נזקי רוח וכד'. במקרה זה היתרון הגדול של הדמאת הלוויין הוא עקב יכולתו לכסות אזור נרחב באופן חוזר לצורך השוואה בין מצב נוכחי ומצב קודם. בנושא זה יש עדיין צורך בטכניקות זיהוי השינויים ע"מ לאפשר מיפוי גם באזורים קטנים בעלי שונות גבוהה.

3. הערכת נזקים ביער: יישום של נתוני לוויין לשם הערכת נזקים היה בד"כ מאכזב. זאת במידה רבה עקב הציפיה שהדמאות הלוויין בלבד יספקו פיתרון מושלם לזיהוי נזקים לצורך בידוד הגורמים והטיפול בהם. דבר זה נכון במקרה של נזקים חמורים באזורים נרחבים כגון נפילת עצים עקב סופות וכד'. לעומת זאת תוצאות פחות טובות מתקבלות בנסיונות למפות נזק מתון או בשטחים קטנים. נעשה שימוש בערוצי אינפרא אדום של Landsat הרגישים לשינויים בעלווה עקב נעשה שימוש מאמצים מחקריים רבים בתחום זה בנושא התנוונות יערות באירופה ובמזרח ארה"ב. כיווני הפיתוח בתחום זה כוללים היום שילוב של הדמאות לוויין עם נתונים גנטיים, הסטוריים, מודלים של תפוצת מזיקים ומחלות וכן שימוש במערכת מידע גיאוגרפי (G.I.S.) שהיא בעלת יכולת לאחסון מידע משולב של הדמאות לוויין עם נתונים מספריים ואחרים מהשטח ויכולת לשליפת נתונים וביצוע הצלבות מידע ממקורות שונים.

4. מיפוי בתי גידול: המבט הכולל של הדמאת הלוויין נותן מידע על חבניות הצומח, כיסוי פני השטח והניקוז ומקשר בינן ליחידות ביופיזיות המאפשרים מיפוי אקולוגי. כמו כן נעשות פעולות מתחזקת ע"מ לאפשר הערכת פרמטרים כגון ביומסה, פוטוסינטזה ותהליכים כימיים על העלווה.

5. סקר יער: אחד השימושים היעילים ביותר של הדמאות לוויין הוא מתן מיון ראשוני מקדים של כיסוי היער כחלק ממערכת הדגימה בסקר היער. כאשר על בסיס זה נעשה סקר היער הקרקעי המפורט יותר. שילוב זה נמצא בשימוש לשם הערכת מלאי העץ ועד הערכת המשאבים הכלליים של היער.

חלק ניכר מההצלחות בשימוש בטכנולוגיות של חישה מרחוק נובע משילוב של פיתוח מדעי, נסיון מעשי והתאמת השיטות לתנאים ולצרכים המקומיים. החיפוש אחר מתודולוגיה כוללנית שתתאים לכל המצבים הוא עקר. המחקר והפיתוח בתחום זה ממשיך להתקדם ומפותחות שיטות של בינה מלאכותית שיכילו ידע אנושי שנצבר במשך השנים עם נתונים מספריים והדמאת לוויין לצורך עזרה בקבלת החלטות בזמן אמת לטיפול ביער ופתרון בעיות.

בעתיד הקרוב תחל בדיקה של אפשרות השימוש בהדמאות לוויין למיפוי שינויים ביער בישראל. העבודה תבוצע ע"י ד"ר אברהם טל מהמרכז הבינתחומי לניתוח וחיזוי טכנולוגי בתמיכה וליווי של הקק"ל.

המאמר סוכם מתוך:

Leckie, D.G. 1989. Innovation in remote sensing. Proceedings of the Thirteenth Commonwealth Forestry Conference Returna New-Zeland, 1989.

Practical application of satellite sensing for Forest damage assessment, Timber Bulletin, Volume XLIV, No. 1/1990.

א. טל, 1991, הצעה למיפוי שינויים ביער מהדמאות לוויין.

שנת השתלמות בארה"ב
גיל ספיר - מדור הסקר

באוגוסט 1990 יצאתי לשנת לימודים בארה"ב מטעם הקק"ל. לימודי התקיימו באוניברסיטת מדינת קולורדו, Colorado State Univ., במרכז מערב ארה"ב, בעיר פורט קולינס אשר צפונית לדנבר, בירת קולורדו.

העיר פורט קולינס שוכנת על הגבול המערבי של המישורים הגדולים, ובקצה המערבי של העיר מתחילים להתרומם הרי הטלעים (Rocky Mnt.), המתנשאים בקולורדו עז לגובה של כ-3400 מ' מעל פני הים. העיר פורט קולינס מצויה בגובה של כ-1500 מ' מעל פני הים. האקלים בה הינו יבשתי קר, כלומר קיץ חם, לחות אויר נמוכה מאוד, גשמי קיץ, חורף מושלג וקר מאוד (ממוצע (-10) - (-5) צלסיוס בחודשים ינואר פברואר, יחד עם ימים בהירים רבים ואויר יבש מאוד (10-20% לחות יחסית).

בעיר פורט קולינס כ-90,000 תושבים, באוניברסיטה לומדים כ-20,000 סטודנטים מיזי שנה בפקולטאות שונות (מדע הרוח, החכרה, כלכלה, משאבי טבע, יעור, כימיה, פיזיקה, וטרנינריה, ספורט ועוד).

הפקולטה ליעור בה למדתי, נחשבת לאחת הטובות בתחומה בארה"ב והיא נבחרה ללימודי ע"י שרות היעור האמריקאי, שהיה שותף למימון הפרוייקט.

מטרת ההשתלמות היתה לימודים בתחומי העבודה הנדרשים כאגף היעור של הקק"ל כעת ובתחומים עתידיים:

- ניהול יערות וסקר יערות - כ-70% מהתכנית.
- יערנות (סילביקולטורה) - כ-10% מהתכנית.
- כלכלה יערנית - כ-10% מהתכנית.
- ניהול שריפות יער - כ-10% מהתכנית.

כמו כן תוכננה השתלמות מעשית בעבודה בשרות היעור האמריקאי.

במשך השנה לקחתי קורסים במסגרת שנת לימודים אקדמית (2 סימסטרים) מתוך מבחר הקורסים בפקולטאות ליעור, משאבי טבע ומדעי החכרה (סטטיסטיקה). רוב הקורסים היו קורסים מתוך המבחר לשנה ג' של תואר ראשון או של לימודי תואר שני ושלישי.

את הקורסים ניתן לחלק לכמה קבוצות: הקבוצה בניהול יערות ובביצוע סקרי יער כללה נושאים שונים בתחום ניהול תפוקת עץ ביערות חד ורב גיליים, שימוש מתכנית מחשב לתכנון הפעולות היערניות במשך מחזור היער (מתי ובאיזה עוצמה לדלל כדי לקבל תוצאות רצויות שנקבעו מראש במטרות היער), ניתוחים כלכליים לחיזוי ריווחיות הטיפוליים ביער, מדידות יערניות (נפחי עצים ונפחי עצה מסחרית, צפיפיות וכו').

עקרונות ושימוש של חישה מרחוק בניהול משאבי טבע - עקרונות ושימוש בתצ"א מסוגים שונים, הדמיות לוויין מסוגים שונים, הדמיות רדאר וכו', ניתוח הדמיות לוויין בעזרת מחשב וביצוע מיון לסוגי יער מתוך ההדמאות הללו.

עקרונות ושימוש במערכות אינפורמציה גאוגרפיות (GIS) לניהול יערות ומשאבי טבע.

עקרונות ושימוש בשיטות סטטיסטיות לביצוע סקרים יערניים ואיסוף אינפורמציה על העצים הגדלים ביער.

קבוצה נוספת של קורסים עסקה בניהול שריפות יער, החל בלימוד של התנהגות השריפה ביער והגורמים המשפיעים עליה דרך השפעת גורמים אלה על שיטות ואמצעי הכיבוי הדרושים, ועבור למודלים מתמטיים ממוחשבים החוזים את התפשטות השריפה באזור מסויים בהתאם לתנאי הטופוגרפיה, הצומח, החומר הנוצר (הדליק) ומזג האוויר וחוזים את היקפה של השריפה עם גמי הכיבוי.

במשך הפסקות הלימודים, בחופשות החגים והסימטרים, בוצעו סיורים ברחבי מערב ארה"ב ובמזרחה, שכללו ביקורים ופגישות עם אנשי מקצוע בתחומים אותם למדתי, והעובדים בפועל במקומות שונים - ביערות לאומיים, בפארקים לאומיים במוסדות לתיאום פעילות נגד שריפות, במתקנים של חברות יעור פרטיות ובמשתלות יער. בביקורים אלה ניתנה לי האפשרות לעמוד מקרוב על אופן היישום בשדה של החומר הנלמד באוניברסיטה, על גישות שונות לניהול יערות לניהול ובקרה של שריפות יער, על רמות שונות בניהול אמצעי חישה מרחוק וכלים ממוחשבים לניהול היער, הפארק וכו'.

במסגרת העבודה המעשית בשירות היעור האמריקאי השתתפתי בין היתר בדיונים שנערכו על הערות שנתקבלו מהציבור על תכנית העבודה הרב שנתית של היער הלאומי בו עבדתי. משרדי היער שוכנים בפורט קולינס והיער עצמו שוכן על רכס הרי הרוקי ושיטחו פי כמה משטח מדינת ישראל כולה. שרות היעור האמריקאי מחוייב עפ"י חוק להכין תכנית עבודה ל-10 שנים ולערוך בה עדכון מידי 5 שנים. עידכון זה כולל איסוף תגובות מהציבור לגבי התכנית, התייחסות לתגובות אלה ושינוי התכנית בהתאם לרצון הציבור, כאשר רצון זה מתיישב עם רוח חוקי היעור ועם הצד המקצועי של ניהול היער.

תחום נוסף בו עסקתי היה ליווי של סקר יער שמטרתו מציאה ומיפוי של חלקות ועומדי יער מכוורים מאוד (Old growth) אשר ניצלו מכריתה עד כה. מדובר בעומדי יער שיש בהם עצים שגילם עולה על 150 שנה, שיש בהם עצים מתים עומדים, עצים מתים שנפלו והתחדשות של עצים צעירים כלומר יער וותיק שיש לראות בו מחזוריות טבעית ונוכחים בו כל השלבים של יער (צעיר, מכוור, מתמוטט וכו'). שרות היעור האמריקאי מחוייב עפ"י חוק שהתקבל לאחרונה בקונגרס האמריקאי לזהות ולשמר עומדים מעין אלה ברחבי היערות הלאומיים בארה"ב.

תחום נוסף בו עסקתי הוא כתיבת מודל ממוחשב לחיזוי סכנת התפשטות שריפות בתחומי היער, במידה ושריפה התחילה במקום מסויים. עבודה זו נעשתה תוך הישענות על הבסיס התאורטי והמעשי של התנהגות שריפות יער ושימוש בתכנת מחשב שהיא חלק ממערכת אינפורמציה גאוגרפית (GIS). התוצר של עבודה זו כלל מודל מתמטי להגדרת רמות הסיכון של התפשטות השריפות ומפות המפרטות את התפוצה של האזורים בעלי אותן רמות סיכון שחושבו. עבודה זו הראתה את חשיבותה של מערכת האינפורמציה הגאוגרפית ככלי בניהול יער, כלי המשלב נתונים טבלאיים עם נתונים גאוגרפיים (מיקום, טופוגרפיה, מפות וכו') ומאפשר ביצוע עיבודים שונים על הנתונים בעזרת מודלים מתמטיים שונים לשם קבלת כמה אלטרנטיבות לפתרון בעייה ולתכנון, אלטרנטיבות אותן ניתן להציג למנהלים ולמקבלי ההחלטות.

עם חזרתי ארצה, נשאלתי ע"י רבים האם ניתן ליישם בארץ את מה שלמדתי בארה"ב. הרי היערות שונים, האקלים שונה וכו' וכו'. אכן, היערות שונים, אך הם יערות וככאלה עקרונות הניהול שלהם דומים, חלק מהמטרות של ניהול היערות זהה במקומות רבים ולכן ניתן ליישם שיטות ניהול ולהעבירן ממקום למקום, כמובן עם ביצוע ההתאמות הנחוצות - שימוש בקצבי גידול מתאימים למקום, שימוש בנוסחאות נפח עצה מתאימות למין ולאזור בו הוא גדל וכו'. כמובן שניתן ליישם בארץ שיטות דגימה וחישובים סטטיסטיים, אשר הינם בלתי תלויים בסוג היער ובמין העץ, ניתן ליישם את השימוש במערכות אינפורמציה גאוגרפית בניהול היערות בארץ, ניתן לשפר את השימוש בתצ"א ועוד ועוד. בתחום ניהול שריפות יער, יש לאגף היעור הישראלי כמה להשתבח בכל הקשור בלחימה באש ובפעילות למניעת שריפות. יחד עם זאת ישנה חשיבות רבה ללימוד הבסיס המדעי של התנהגות השריפה, שכן בסיס זה מהווה גם

השתיות לתחום הנרחב של חיזוי התפשטות והתנהגות שריפות יער גדולות, חיזוי המשפיע השפעה ישירה על הערכות ופעילות כוחות הכיבוי.

לסיכום, שנת השתלמות זו היתה מוצלחת ביותר מבחינתי. הידע שנרכש עוזר כבר כעת בעבודתי באגף היעור, כמעט בכל תחום בו למדתי, ואני מקווה שהנהלת אגף היעור ומפק ידעו להמשיך לנצל ולפתח ידע זה.

בהזדמנות זו ברצוני להודות לאנשי הקק"ל בארץ ובארה"ב, לאנשי שרות היעור והאמריקאי, למנחה שלי באוניברסיטה ולסגל האוניברסיטה שטיפל בי, על האפשרות שניתנה לי ללמוד, על עזרתם הרבה במשך שנה זו בכל תחומי הלימוד והחיים בארה"ב, בכל דבר שנצרכתי לעזרה. אין ספק שללא עזרה זו חלק הארי מהיקף הלימוד וההיכרות המעשית עם החומר הנלמד לא היה מתבצע.

אפשר גם אחרת יוסי קרני - חבל צפון

לפני כמה שבועות פגשתי בחניון שפר זוג תיירים מצרפת שמאד התעניין במיני העצים שמסביבם. ביחוד הרשימו אותם עצי אורן הברוטיה שבחניון. הם שאלו הרבה שאלות על היעור בארץ, גילו בקיאות בנושא. הם מאד השתוממו על הגיזום הגבוה שראו סביבם ושאלו מה אנו עושים עם כמויות הגזם העצומות. הסברתי להם שחלקו נלקח ע"י כפריים לשימושם אבל את רובו אנו שורפים. מיד הרגשתי שהם לא אהבו לשמוע את תשובתי. תוך כדי השיחה התברר שהם באים מאיזור "פרוכנס" שכדרום צרפת, שבו יש חורש ים-תיכוני מאד דומה לחורש שלנו. הם שייכים לתנועה מקומית של שומרי טבע אשר אחת ממטרותיה היא לשוב ולייער את האיזור מחדש תוך התערבות מינימלית בטבע ומבלי להשתמש לחלוטין באש לביעור צמחיה לא רצויה ואי שריפת גזם או כל חומר עצי אחר.

לדעתם יש לערום את הגזם בערמות ולהפיק מהתסיסה האנאירובית גז שאותו מנצלים למאור, בישול ואפילו הפעלת תנורים. את המחטים, עלים וחומר צמחי דק שאינו מתאים להפקת גז יש לערום לערמות ליצור מהם הומוס שאותו מחזירים לקרקע על מנת לטייב אותה לאחר דורות רבים של ניצול הקרקע בלי להחזיר לה חומר אורגאני.

לדעתם כל שריפה ביעור היא אסון אקולוגי וביולוגי. החום גורם להרס המיקרואורגניזמים שבקרקע, הוא קוטל חרקים, זוחלים על ביציהם וגלמיהם ועל ידי כך מפר את שיווי המשקל הביולוגי ומביא במחזוריות קבועה התפשטות מחלות, מזיקים ועקות שונות בעצי היער. לדעתם יש קורלציה בין התפרצויות מזיקים כמו חיפושיות קליפה וגם כנימת המצוקוקוס ושימוש באש כאותם איזורים. כמלים אחרות יער שעובר שריפה ולו גם שריפה מקדימה, או מתוכננת, חשוף ופגוע יותר להתקפות מזיקים ולעקות שונות.

התיירים הראו לי חוברת שתורגמה לאנגלית ובה יש תרשימים וטבלאות המראים כיצד יש לערום ערמות וכן תחשיבים של ימי עבודה נדרשים ליחידת שטח. יש כמובן מפרטים טכניים כיצד בונים כל דבר, כיצד מולכים את הגז והצורה בה משתמשים בן בתוך הבית. לפי התמונות הם הצליחו להפיק גז המספק את כל האנרגיה לשכונת מגורים שלמה, וזה כולל מאור, חימום ובישול. הם מאד קיצוניים ואינם מתפשרים בתפיסתם וניתן לראות בתמונות שהם מייצרים לעצמם את המזון, פירות וירקות כולל קמח, תוך ניצול מירכי של ההומוס.

עד כמה זה נוגע לנו? ובכן לא הרכה. מבחינה מעשית קשה לתאר מעבר בקנה מידה גדול לשיטה זו, אבל מענין היה לשמוע ולקרוא שיש על פני ה"גלובוס" שלנו כאלה שחושבים על צורה זו של חיים עם תוצרי היער ללא התערבות באש, ותוך התחשבות בריתמוס של הטבע. השיחה והעיון בחוברת היו מאד מענינים ונתנו לי להבין שיש גם מימדים אחרים של ניהול יערני שיש לחת את הדעת עליהם ולהכיר אותם.

ניהול היער כמערכת אקולוגית ג'ון ויזקוק

יערנים כאנשי טבע

ב"תכנית מעודכנת לניהול וטיפול ביערות נטע אדם" שהוצא לאור ע"י האגף בחודש ינואר 1990, הודגשה הכוונה להפיק מן היער תועלת סביבתית. פרוש המושג "תועלת סביבתית" מתיחס בעיקר לשיפור הנוף, והפחתת בעיות סחף קרקע, זיהום אוויר ורעש. גם בארצות בהן המטרות הכלכליות ביעור הן בעלות חשיבות רבה יותר מאשר בישראל, הנושא הסביבתי מקבל הדגשה ולעתים הפרוש המעשי להיבט הסביבתי הוא אף הרבה יותר רחב מאשר אצלנו.

למעשה, אפשר לראות נטיה ביעור בארה"ב ובאירופה, להתיחס לניהול היער כלניהול מערכת אקולוגית על כל המשתמע מכך (Spurr & Barnes, 1980). כמוכך, יש סדר עדיפות הנובע ממטלות היעור, אבל נקודת המבט על היער כמערכת אקולוגית הופכת את הנושא של שמירה על אותה מערכת (ולא רק שימור קרקע) לחלק בלתי נפרד של מערכת השיקולים של היערן. היערן מודע להשפעות הסביבתיות של הפעולות היערניות שלו, ומאידך, הוא יעשה מאמצים מיוחדים לשמור על התהליכים הטבעיים המהווים חלק מבסיס המערכת האקולוגית.

ביוגאוגרפיה של איים

מבחינה אקולוגית, אקוסיסטמת היער או שמורת הטבע, כמיוחד במימדי ישראל, דומה מאד לאקוסיסטמה של אי. זה נובע מהגבול החד המקיף את היער והמפריד בינו ובין השטח מסביב בדומה לגבול בין אי לים. גבול זה מהווה שינוי קיצוני בתנאי הסביבה בעיקר בגלל העליה בעוצמת השימוש בקרקע ע"י בני אדם.

נעשה לא מעט מחקר לגבי הדינמיקה של מערכות ביולוגיות באיים הנקרא בד"כ ביוגאוגרפיה של איים. הוא נושא מורכב ומעניין ואני מפנה את הרוצה להתעמק בנושא לאחד הטקסטים הסטנדרטים (כגון: MacArthur & Wilson, 1967). לצורך הנוכחי נסתפק במסקנות הנובעות מהמחקר. נמצא שיש קשר ישיר בין יציבות המערכת הביולוגית, כגון כושרה לשמור על מספר מינים ברמה קבועה וקשרי גומלין ביניהם, ובין שלוש תכונות פיזיות של השטח השמור (יער או שמורה):

- (1) גודל השטח - כשטח יותר גדול, קל יותר לשמור על מערכת יציבה.
- (2) היחס בין גודל והיקף - ככל שהיחס עולה, איכות המערכת גבוהה יותר.
- (3) קיומם של "פרוזדורים" בין שטחים בודדים, המאפשרים למינים לעבור או להתפשט לשטח נוסף.

היער כחלק משמורה ביוספרית

בהתבסס על מסקנות המחקרים בנושא ביוגאוגרפיה של איים התפתחה בין מתכנני שמורות הטבע התפיסה של איזור חץ (buffer zone) סביב השמורה העוזרת לבדוד אותה מזעזועים מיותרים המלווים פעילות אנושית אינטנסיבית. איזור החץ יכול להיות מורכב מיער טבעי, יער נטוע, או שטח פתוח אחר שבו שימושים אינטנסיביים כמו כנייה וחקלאות אסורים. שילוב מעין זה של שמורה במרכז, ועוד אזורי חץ אחד או יותר מסביב נקרא גם "שמורה ביוספרית".

בישראל יש הרבה מקרים של יער ושמורה הגובלים אחד עם השני. במקרים אלה, היער יכול להיות למעשה הרחבה או פרוזדור לגבי השמורות הגובלות איתו. הכוונה אינה שיערות יהפכו להיות שמורות טבע אלא שהם יהיו המשך מרחב המחיה לגבי מינים מסוימים הנמצאים בשמורה או יאפשרו למינים מסוימים לעבור משמורה לשמורה. למעשה גבולות השטח לגבי מין מסוים (של ציפור, למשל) תלויות באיזה מינים אחרים הוא קשור ביחסי גומלין (לתזונה או קינון, למשל). לכן מצב כזה יכול להתאפשר ע"י נטיעה מכוונת של מיני עצים ושיחים מתאימים במקומות מתאימים ביער. תכנון

הנטיעות מבחינת המינים והמקומות עשוי להשתפר ע"י התייעצות ושיתוף פעולה עם אנשי שמירת הטבע.

ההתייחסות ליער כאל מערכת אקולוגית משתלבת היטב בגישה החדשה לניהול ומימשק היערות בישראל. תשומת לב, עין בוחנת ושיתוף פעולה עם גורמים אחרים הנמצאים בשטח, תרמו לשיפור ברמת ניהול השטח ויגבירו את האיכות והתועלת הסביבתית של היערות הנטועים.

ס פ ר ו ת

MacArthur, R.H. and Wilson E.O. (1967) The Theory of Island Biogeography. Princeton Univ. Press Princeton
Spurr, S.H. and Barnes, B.V. (1980) Forest Ecology (3rd ed.) John Wiley & Sons New York.

דו"ח סיור של משלחת יערנים מטעם אגף היעור של הקק"ל לאיטליה ב-7-18.10.91 יהודה רבס

בסיור באיטליה השתתפו 13 יערנים מאגף היעור שרובם אנשי שדה האחראים על ביצוע העבודות ביער מתוכם משתלן אחד, שתי מתכננות יערנים והחתום משה שאחראי גם לנושא הזרעים.

הסיור תוכנן ולוה ע"י אנשי אגף היעור האיטלקי (C.F.S.) אשר העמידו לרשותנו אוטובוס ושני מלווים יערנים בעלי נסיון והשכלה אשר הדריכו אותנו בכל הזמן והמקומות במשך אחד עשר ימי הסיור באיטליה.

הסיור עבר במקומות הכאים: מרומא לפולוניה מרסיליה, טוסקנה, ארצו, משתלת סנטו-סטפנו, חוות יער ריצ'ינו בהרי האפנינים, ולומבריה, פירנצה העיר, אורויטו, "יער-מאובן" ע"י פרוג'ה, צ'רצ'און, סאן-פליצ'ה, סלרנו, אמלפי, אבולי; משתלה-חוף ים דרומית מנאפולי, פסטום, סורנטו, קפרי האי, וחזרה לרומא.

בנוסף לאוטובוס שני הנהגים ושני המלווים הקבועים שהיו צמודים אלינו במשך כל הסיור אירגנו לנו המארחים סיור בהליקופטר מעל רצועת היערות שלחוף הים דרומה מנאפולי ובעתיקות יווניות בפסטום. כן הוזמנו לארוחה חגיגית במרכז היעור שליד סלרנו. שני לילות ישנו באכסניות של אגף היעור האיטלקי בתנאים טובים.

הנושאים שאותם ראינו בסיור המקצועי היו:

1. יעור למטרת ייצור חולות נודדים בעצי מחט ושילוב החורש הטבעי ביער הנטוע בשיטות שונות.
2. טיפול בחוות - יער בהן יש טיפול ביער נטוע יער טבעי, שימור וטיפול גנטי של זני הפרות "מרמנה" וסוסים תוך שילוב שימוש מסחרי וכלכלי של זני הסוסים והפרות המקומיים. שילוב של גידולים חקלאיים מסודתיים כמו גפן וזיתים בחוות-היער.
3. שלוש משתלות; אחת מהן מסחרית אשר רק בחלקה הקטן משולבת עם אגף היעור. בשאר המשתלות; גידול שתילים בשיטות שונות החל מערוגות ועד מיכלים ומיכון מסוגים שונים, גידול מטעי של צפצפות לרבות. איחסון שתילים בקירור, הובלה, שינוע, מיכון וכל הקשור למשתלות.
4. מכון זרעים משוכלל ייבוש מצוי איחסון בקנה מידה גדול מאוד.

5. מכון רבוי תרבית רקמה וייחורים שמכוון לטיפוח גנטי של קלונים ועצי העתיד.
 6. טיפוח גנטי של עצי אם לזרעים ביערות האפנינים.
 7. טיפול ביער מסחרי למטרות ייצור עצה. יערות אשוח *Pseudotsuga menziesi* בולומברוזה.
 8. מסורת וטיפול ביער עם רשום מתועד ומעקב אחר כל סוגי הטיפולים ביער עד 1200 שנה לאחור, בולומברוזה.
 9. טיפול ומדידה של נזקי יער מזיהום אויר ומגשם חומצי, גם הוא ביערות ולומברוזה.
 10. ביקור בארכורטום של מיני עצים שהובאו מכל קצוות תבל, שם גדלים כ-2000 מינים שונים של עצים.
 11. שנויים והחלפה של יערות נטועים של אשוח ליער טבעי של (בוק) (*Fagus*) שהוא היער הטבעי באיזור במחזור גידול של כ-100 שנה, זאת באפנינים.
 12. הוצאה ממוכנת של עץ מהיער: בשיטות שונות ע"י כננת - רכבל וע"י טרקטור וכננת.
 13. יער למטרות מניעת סחף קרקע וסלעים במדרונות סורנטו. טיפול בניקוז ונטיעות לשם מניעת ביצות, בצ'רצ'או.
 14. שמורת החי-בר וטיפול בחיות הבר כמו חזירים, עזי בר, צבאים איילות, צפורים ואחרים. שילוב ופיקוח הצייד ביערות.
 15. מיכון וטכניקה של כבוי שריפות כולל טכניקה של טלויזיה במעגל סגור עם מגדלי תצפית ומצלמות טלויזיה. כבוי שריפות ע"י מסוקים ומטוסים, ציוד ורכב כבוי שריפות ושיטות הפעלה.
 16. טיפול בפארק יער למטרות נופש בשילוב עם איזור חקלאי וחורש טבעי של אלון השעם.
 17. ביקור בתחנת מחקר יערני בארצו, מעבדות מחקר.
 18. יער "מאובן" של עצים מלפני כ-2 מליון שנה של מטה-סקויה וסקויה שנמצאו במחצבה של חרסית ליד העיר פרוג'ה, אלו עצים בקוטר של 3 מטר שגדלו שם במקום לפני תקופת הקרח האחרונה. במקום נמצאו גם שיניים של פילים וקרנפים, מיני מאובנים, אמוניותים ואחרים. בקרנו במוזאון הפרהיסטורי שם.
 19. פיקוח על תוצרת יער הכנת תוכניות יער, תוכניות נטיעה ופיקוח על יערות פרטיים ויערות ממשלתיים - (רוב היערות הם פרטיים).
- בנוסף לסיורים המקצועיים ראינו מוזיאון אטרוסקי במצודה של וולצ'י ליד רומא, שם ראינו ממצאים מלפני 2800 שנה ויותר. בקרנו בחוף אמלפי סורנטו ובאי קפרי וראינו את איזור התירות המקסים ביופיו שם. כן ערכנו סיור בעיר רומא ויום חופשי בפירנצה עיר האומנות המפורסמת.

טכום ומסקנות:

הביקור חיזק את הקשר עם היערנים האיטלקיים והוסיף רבות מבחינה מקצועית, היות והמשותף בין הבעיות שלנו ושל איטליה בנושא היער רב מאוד הן מבחינה מקצועית והן מבחינה אדמיניסטרטיבית.

הלך הרוח הציבורי באיטליה גרם להגברת הטיפול בחורש הטבעי זאת על חשבון גידול יער לעצה והפסקת נטיעות של מחטניים. התרשמנו מהסדר, הנקיון והרצינות בטיפול בכל נושא ונושא ולו הקטן ביותר והמסורת היערנית שחסרה לנו בארץ; למדנו שם שיש לתעד את הטיפולים ביער בכדי שנתן יהיה לעקוב אחר מחזורי גידול היערות מלפני מאה, מאתיים ועד אלף שנה לאחור כל זאת בכדי להגיע למסקנות הנכונות על הטיפולים המתאימים, מועד ושיטות חידוש היער, כמו גם ללמוד אודות המחלות שהיו בעבר ואשר יש דמיון ביניהן לבין המחלות המודרניות שנגרמות מזיהום אויר וגשם חומצי.

אחד הלקחים החשובים שחזרנו ולמדנו בכל אתר יערני שבקרנו בו הוא החומר הכתוב, הפרוספקטים והמפות המעודכנות שקבלנו בכל יער, ומשתלה שבקרנו. חשוב להכין פרוספקטים ולעדכן אותם מדי שנה או שנתיים.

אציין כאן שהמלומים האיטלקים עשו את כל אשר יכלו כדי לארגן הסיור באופן מקצועי ומושלם ותודתנו הכנה להם על כל אשר עשו למען הצלחת הסיור. אני תקווה שנתן יהיה לגמול להם באירוח כאן ביערות ובאתרי הנופש שלנו בארץ.

לבסוף אבקש לציין את האוירה הטובה בין משתתפי הסיור, והיחסים החבריים שנקשרו במשך הסיור עד כדי הבטחה לקיום מפגשים נוספים לאחר שובינו מהסיור ארצה. אין ספק שהסיור הנ"ל תרם רבות גם לגיבוש החברתי והוא מהווה מעין זריקת עידוד ומרץ להמשך העבודה היום יומית בארץ וזאת היא דעה שהובעה ע"י המשתתפים בסיור ולא רק הדעה שלי.

על החשיבות הרבה בקיום סיורים מעין אלו נתונה ההערכה והתודה להנהלת הקק"ל שמצאה לנכון לארגן סיור כזה, ישר כוחה וכן ירבו.