

אזורי חייץ למניעת שרפות: בחינת מודל ממשקי הלכה למעשה

(סיכום 4 שנות מעקב בפארק רמת
הנדיב, דרום הכרמל)

אבי פרבולוצקי¹, ערן אטינגר²,
רחל שוורץ², רפי יונתן¹,
מריו גוטמן¹, יחיעם אלטשולר³

¹ המחלקה לגידולי שדה ולמשאבי טבע,
מינהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, בית דגן;
² פרויקט רמת הנדיב, החברה להגנת הטבע;
³ מגדל בקר לבשר, בנימינה.

החורש היס-תיכוני בארץ-ישראל התאושש התאוששות ניכרת בעשרות השנים האחרונות, בעיקר מאז החלו הרשויות לאכוף מדיניות שימור, שעיקרה צמצום ניכר של פעילות הרעייה והכריתה. בצד התוצאות הרצויות של התאוששות מרשימה זו התעוררו גם קשיים: היסגרות כרי מרעה ושטחים פתוחים בצומח מעוצה, שינוי בהרכב חברות הצומח והחי, ומעל לכול – ריבוי שרפות הרסניות. לפיכך, עומדים היום האחראים על ניהול השטחים הפתוחים בפני שאלות חדשות שלא ידעו כמותן בעבר: כיצד לנהל שטחי חורש מתוך מדיניות שימור, ובה בעת להקטין במידת האפשר את התוצאות השליליות של חוסר התערבות.

יש גישה הסוברת כי יש "לתת לטבע לעשות את שלו", מתוך מחשבה כי אי-התערבות של האדם היא המאפיין החשוב של שימור השטחים הפתוחים (להרחבה ראה פרבולוצקי 1995)⁵. מנגד יש השקפה כי השטחים הפתוחים בארץ מצויים ממילא זה אלפי שנה תחת התערבות של האדם, וכבר מזמן אינם עונים להגדרה של "ארץ בראשית", ולכן אין זה מוצדק להפסיק את ההתערבות דווקא במקום שהיא יכולה לסייע בשימור של ערכי סביבה ונוף^{15,5}.

שאלות דומות מטרידות רשויות האחראיות על ניהול שטחים פתוחים במדינות רבות בעולם, בפרט בארצות שבהן נופים יס-תיכוניים^{8,9,10}.

כאמור לעיל, אחת הבעיות הקשות שאתן יש להתמודד היא בעיית השרפות המתפתחות בקלות בחורש צפוף שבו הצטברו כמויות גדולות של "דלק" (ביומסה צמחית יבשה). ממשק אזורי החייץ מנסה להתמודד עם קושי זה באמצעות התערבות מבוקרת של האדם באזורים נבחרים, כך שעם הקטנת נזקי השרפות נשמרים ערכי הסביבה והנוף. עקרונות היסוד של ממשק זה הם (להרחבה ראה פרבולוצקי 1992)⁴:

1. איתור אזורים נבחרים המועדים להתפתחות שרפות, ולנזקים משרפות (יישובים, מתקנים) או אזורים בעלי ערך רב לשימור.

2. הקמה של אזורי חייץ מסביב לאזורים הנבחרים – רצועות ברוחב של כ-100 מטר ויותר שבהן נעשות פעולות דילול, גיזום ופתיחה של קומת העצים בנופי חורש או יער.

3. שמירה על הנוף הפתוח, שהתקבל לאחר הדילול, נקי מצומח עשבוני – באמצעות רעייה בלחץ גבוה של בעלי-חיים מבויתים.

באזור החייץ מתקבל נוף דמוי יער-פארק או נוף דמוי "סוואנה": עצים או שיחים גבוהים במרחקים גדולים יחסית זה מזה וביניהם צומח עשבוני והתחדשויות של צומח מעוצה אחרי טיפול. מדי שנה אמורים בעלי-חיים להסיר באופן מבוקר את הצומח העשבוני המהווה "פתיל בערה" ולעכב את הצמיחה המחודשת של המינים המעוצים שהם עיקר חומר הבערה בשרפות חורש^{11,7}.

בעקבות השרפה הגדולה בכרמל (סתיו 1989) הקים המשרד לאיכות הסביבה ועדה מקצועית שתפקידה היה להציע פתרונות מקצועיים לטיפול בשטחים פתוחים שנשרפו ולמניעת שרפות קשות בעתיד. בין המלצותיה של הוועדה הייתה ההצעה להקים אזורי חייץ באתרים המועדים לשרפות ברחבי הכרמל².

המטרה הספציפית של הקמת אזור החיץ ברמת הנדיב הייתה להגדיר כמותית ככל האפשר, תפריט מיטבי לניהול אזורי חיץ. כלומר, לבחון מעשית את השילוב של דילול מכני ראשוני בשטח עם רעייה עונתית לשם החזקתו של השטח במצב פתוח ועם מעט "דלק". כמו כן נבדקו ההשפעות הסביבתיות שהיו לטיפול הממשק האלה על המערכת האקולוגית של החורש היס-תיכוני (הרכב החברה ומגוון המינים). השאלות העיקריות העומדות בפנינו הן: האם עשוי הממשק המוצע לשמר נוף גריגה או חורש במצב פתוח ומדולל למשך תקופה ארוכה דיה המצדיקה את אימוצו ככלי ממשק? או ביתר פירוט: האם בקר, שבדרך כלל אינו אוכל צומח מעוצה כמקור מזון עיקרי (אבל זמין באזור רמת הנדיב), יוכל לשמור על אזור החיץ במצב פתוח? האם רעייה טבעית (natural herbivory) יכולה לסייע במניעה (או בעיכוב) של התחדשות של מינים מעוצים שהוסרו מכניתי? מהו קצב הסגירה מחדש של חורש יס-תיכוני הנתון בממשק אזורי חיץ? או מבחינה מעשית – מתי יש לחזור ולפתוח שנית את הנוף הסבוך, ומכאן – מהי עלות התחזוקה של אזורי החיץ? תשובות מדויקות לשאלות אלו תאפשרנה להעריך אם יש למודל אזורי החיץ הצדקה ממשקית ו/או כלכלית. המעקב אחר תוצאות הממשק עשוי לתת גם תשובות לשאלות ספציפיות: האם יש עונה מועדפת לטיפול (ההסרה)? מהו לחץ הרעייה המיטבי? מהו עיתוי הרעייה המוצלח ביותר?

כדי לתת תשובות מדעיות מדויקות לשאלות אלו היה צורך להעמיד חלקות שבהן ייבחן אחד מהגורמים הקובעים (למשל, הסרה מכנית בעונות שונות; שני לחצי רעייה; שני סוגי בעלי-חיים; שלוש אפשרויות שונות של עיתוי רעייה). השפעת כל גורם צריכה להילמד בכמה חזרות למתן תקפות סטטיסטית. העמדה של ניסוי כזה בתנאים אמיתיים "בשטח" (שלא בתנאים מבוקרים) היא עניין יקר ביותר ומסובך מאוד מבחינה לוגיסטית. עם זאת, חלוקת השטח ליחידות קטנות יחסית לא תיתן ביטוי לאפקטיביות הרעייה של עדר בקר ככלי ממשק. בשל אילוצים אלו הועמד בפועל בכל שנה צירוף ממשקי אחד בשלוש מעין-חזרות (pseudo-replications): מערכים שבהם בוצעו אותם טיפולים אבל בהפרש של שנה (ראה להלן בפרק שיטות וחומרים). התפריט המדויק של הממשק משתנה תוך כדי מעקב בעקבות ניתוח התוצאות, מתוך ניסיון לשפר את התוצאה הכוללת.

שיטות וחומרים

אתר המחקר

אזור החיץ הנחקר הוקם בפארק רמת הנדיב בדרום הכרמל בחורף 1991/92. הממשק באזור חיץ בנוי משני רכיבים – רכיב חד-פעמי ורכיב מתמשך.

דילול: הטיפול הראשוני באזור החיץ הוא טיפול מכני חד-פעמי. בשטח הנבחר, בדרך כלל רצועה ברוחב של כ-100 מטר, הנוף מעוצב מחדש בדרך זו: הצמחייה המעוצה הנמוכה

הוסרה לחלוטין (בעיקר שיחים ובני-שיח, כמו קידה שעירה *Calycotome villosa*), אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus*) וסירה קוצנית (*Sarcopoterium spinosum*), ובשטח נותרו רק עצים ושיחים מפותחים שגובהם 2 מטר ומעלה (בעיקר בר-זית בינוני *Phillyrea latifolia*) וכן פרטים בודדים של חרוב מצוי (*Ceratonia siliqua*), אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) זית אירופי (*Olea europaea*). חשוב להדגיש כי רק הנוף העל-אדמתי של הצמחים הוסר בעזרת חרמש מכני, והם לא נעקרו מהשורש (כריתה מהבסיס). לטיפול זה אין השפעה על שאר הצומח או על הקרקע.

טיפול רעייה רב-שנתי: מדי שנה, בעונת המרעה הירוק, הוכנס לשטח עדר בקר לבשר למשך תקופה שנקבעה מתוך התחשבות בכמות המזון המצויה בשטח מצד אחד, ומתוך שאיפה לאפקטיביות מרבית של הטיפול מצד שני. העדר הוכנס לשטח בזמן שהצומח העשבוני היה בשיא התפתחותו והשטח סיפק כמות מזון ואיכות מזון מרביות. מועד התחלת הרעייה תלוי היה בתנאי מזג האוויר בכל שנה, אך לא היה מאוחר מאמצע אפריל (חוץ מהשנה הראשונה, שבה התעכבה הרעייה). לעדר הבקר אותר מקום לינה סמוך לשטחי הרעייה, ושם גם סיפקו לו מים לשתייה. העדר שהה במכלאה בשעות החמות של היום ובמשך הלילה (להרחבה בעניין ניהול מיטבי של העדר והרעייה ראה אטינגר וחובריו, 1995)¹. טבלה 1 מציגה את מאפייני טיפול הרעייה בארבע שנות המעקב.

טבלה 1: מאפייני טיפול הרעייה באזור החיץ של רמת הנדיב

תאריך רעייה	סך כל ימי הרעייה	גודל השטח* (דונם)	גודל העדר (ראשי בקר)	שעות/יום**	לחץ הרעייה (ימי פרה לדונם)
מאי – יוני 92	6	10	130	4-3	78
אמצע אפריל 93	8	18	174	6-4	77
תחילת אפריל 94	11	23	180	8-4	86
תחילת אפריל 95	13	23	187	9-4	105

* הרחבת השטח היא תוצאה של טיפולי חיץ (דילול) נוספים שנעשו במשך 3 שנים.
** אורך יום הרעייה השתנה במשך התקופה. בתחילה שהו הפרות במשך כל היום באזור החיץ ובהמשך הן הוצאו לרעייה אחר הצהריים לאזורים שכנים.

בשטח יושמו ארבעה טיפולים: דילול ורעייה; דילול בלבד; רעייה בלבד; ביקורת (בלי דילול ובלי רעייה). מסיבות לוגיסטיות ובגלל העלות הגבוהה של טיפולי הגיזום/דילול, התבצע הדילול הראשוני בשטחים קטנים יחסית. בכל חורף בשנים 1991/92, 1992/93, 1993/94 הוכן מערך של ארבע חלקות טיפול ודוללו ונפתחו 10.2, 7.7 ו-5.1 דונמים בהתאמה (ואלו חולקו אחר כך בין שני טיפולים – עם ובלי רעייה). בעונת 1994/95 לא נוספו שטחים חדשים, אבל הרעייה בוצעה וכך גם המעקב.

ניטור השפעת הטיפולים

א. כיסוי השטח

חתכים קבועים, באורך של 50 מטר כל אחד, נקבעו בשטח לפני תחילת הטיפול (4 חתכים בכל חלקת מעקב). אחוז הכיסוי של מיני הצמחים השונים והגובה הממוצע של מינים שליטים, נבדקו לאורך חתכים אלה. בסקר ראשוני נמדדה תמונת המצב בזמן "אפס" – לפני יישום הטיפולים, ולאחר מכן נערך מעקב סדיר מדי עונה: לפני כניסת העדר לרעייה (בדרך כלל בסוף חודש מרץ) ומיד לאחר יציאתו (בדרך כלל בסוף אפריל) – תחילת מאי). לאורך כל חתך נמתח סרט מדידה ונרשם האלמנט שנמצא מתחת לכל נקודת 10 ס"מ בחתך (בסך הכול 500 נקודות קריאה בכל חתך). בקריאה נרשמו הרכיבים האלה: סלע, אבן, חומר אורגני יבש, צומח עשבוני כקטגוריה כוללת ושיחים לפי מין. לצורך הניתוח ההשוואתי קובצו משתני הכיסוי לשלוש קבוצות:

1. "צמחים מעוצים" – הקבוצה כוללת את הצומח הרב-שנתי המעוצה שהוא עיקר חומר הבערה בעת שרפה.
2. "פוטנציאל עשבוני" – בקבוצה זו ארבעה סוגי שטחים: שטח שאין בו שיחים מעוצים או סלעים והוא מהווה אתר פוטנציאלי לצימוח של צומח עשבוני; כתמי צומח עשבוני קיים (חד-שנתי ו/או רב-שנתי); שטחי קרקע חשופים, ושטחים מכוסים חומר אורגני יבש. יצרנו הגדרה זו כדי להתמודד עם ההבדלים בכמות הצומח העשבוני וכיסויו בין העונות השונות (לדוגמה, שטח שבקיץ הוא חשוף מצומח ובחורף גדל עליו צומח עשבוני חד-שנתי).
3. "אחרים" – רכיבים צמחיים ורכיבים אחרים שאינם מתאימים לשתי ההגדרות הראשונות (כגון גאופיטים או משטחי סלע). בתקופות מסוימות בשנה או לאחר ביצוע הדילול, קבוצה זו תופסת חלק נכבד מהשטח.

ב. ביומסה עשבונית

בנוסף לחתכים שנועדו לעקוב אחר השתנות חברת הצומח, ביצענו גם סקר שמטרתו לאמוד את כמות המרעה העשבוני הזמינה בשטח ואת השפעת הטיפולים עליה. כמות (ביומסת) המרעה העשבוני מבטאת באופן המוחשי ביותר את עוביו של "פתיל ההצתה" בשרפות יער וחורש ואת השינויים בכמות זו בעקבות הטיפולים. הסקר בוצע בשיטת "אומדנים-קצירים": ריבוע שאורך צלעו 52 ס"מ הושלך באקראי 100 פעם בכל חלקה ונעשה אומדן של כמות המרעה העשבוני בתוכו (בחלקות ביקורת קטנות נעשו רק 50 אומדנים). כל אומדן עשירי נקצר והחומר נאסף בשקית נייר והועבר לייבוש בתנור בטמפרטורה של 80°C למשך שלושה ימים. לאחר הייבוש נשקלו הדגימות. המתאם (correlation coefficient) בין הדגימות שנקצרו ונשקלו בפועל לבין האומדנים של אותן דגימות חושב ויושם לכלל מדגם האומדנים. כך ניתן היה לקבוע את כמות המרעה הממוצעת (ק"ג/דונם) בכל חלקה.

ג. גובה הצומח

עם הבימוסה נמדד גם גובה הצומח העשבוני החד-שנתי והרב-שנתי ב-20 נקודות מדגם אקראיות לאורך החתכים הקבועים. נמדד גובה גם למדגמים של שיחי אלת המסטיק, קידה שעירה וסירה קוצנית. הגובה נמדד לפני הטיפול המכני ואחריו ובכל שנה לפני הרעייה ואחריה בקבוצות מדגם בנות 20 פרטים מכל מין בכל חלקת טיפול.

ההשפעה של עונת הדילול ושל מין השיח על קצב ההתחדשות

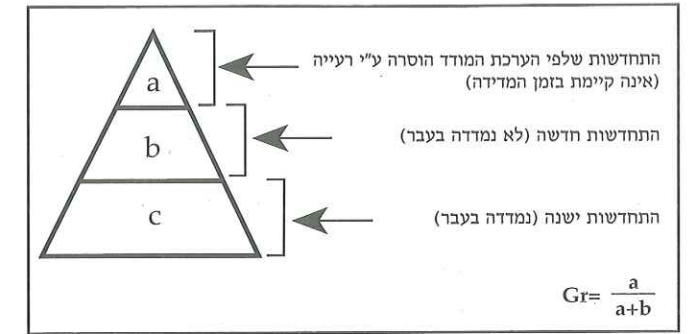
כדי לקבל מושג על העונה המועדפת לביצוע הדילול של הצמחייה המעוצה מבלי לבצע הסרה בפועל של צמחייה בשטחים נרחבים, בוצע בשטחי אזור החיץ מעקב ברמת המין הבודד. לצורך המעקב נבחרו שלושה מינים של שיחים המייצגים יחד כ-70% מאוכלוסיית הצמחייה המעוצה: בר-זית בינוני, קידה שעירה, ואלת המסטיק. מכל מין נבחרו, בכל תאריך מעקב, שבעה פרטים ובהם נמדדו שני משתנים: גובה ממוצע של השיח וקוטר ממוצע שלו בשני ממדים ניצבים זה לזה (צפון-דרום, מזרח-מערב).

לאחר ביצוע מדידות מקדימות (זמן "אפס"), נגזמו עד הקרקע השיחים שנדגמו וסומן מיקום הגזע המרכזי. טיפול זה בוצע בארבע עונות בשנה הראשונה: אביב (6/3/92), קיץ (2/6/92), סתיו (8/9/92) וחורף (8/12/92). בכל עונה סומנו ונגזמו שבעה פרטים חדשים מכל מין. בפרקי זמן קצובים לאחר הגיזום (מדי 3 חודשים) נערכו מדידות חוזרות של הפרמטרים שנמדדו לפני הגיזום, הפעם בחוטרי ההתחדשות. לאחר שלוש שנות מעקב נמדדו השיחים מדידה סופית. כל פרט נגזם עד הקרקע ונשקל לאחר ייבוש בתנור במשך שלושה ימים בטמפרטורה של 80°C. על בסיס השקילות הללו נבנתה עקומת כיוול של משקל (ביומסת) השיח מול משתני הגודל (גובה וקוטר).

השפעת רעייה טבעית (הרביבוריה)

במעקב הזה, שהתבצע ברמת המין הבודד, נבדקה גם השפעת הרעייה הטבעית על הצימוח המחודש (regeneration) של מינים מעוצים שטופלו. השאלה הייתה אם לרעייה הטבעית (בעיקר של צבאים, חזירים וחרקים שונים) יש השפעה מעכבת כלשהי על הצימוח המחודש. השפעת הרעייה הטבעית (Gr) נמדדה באופן זה: לכל שיח העריך המודד מהו אחוז החוטרים שיש עליהם סימני רעייה. לאחר מכן העריך המודד איזה אחוז מההתחדשות הצעירה "הוסר" על ידי הרעייה הטבעית מתוך הערכה של החלק החסר בקצה כל ענפון שנאכל כאחוז מסך כל הענפון השלם. תוצאת המכפלה של שני האומדנים נותנת אומדן לביומסה שהוסרה על ידי רעייה מהשיח (מבוטא באחוזים) מתוך

הביומסה שהתחדשה מאז המעקב האחרון. האיור שלהלן ממחיש את אופן המדידה:



איור 1: תיאור סכמטי של שיח נמדד.

בתאריך המדידה הראשון לאחר ההסרה נותן Gr^{-} תשובה לשאלה כמה אחוזים הוסרו מהשיח ברעייה טבעית [מכיוון שבתאריך זה $(b+a)=כ$ כל השיח כולו]. בתאריכי המעקב הבאים נותן Gr תשובה לשאלה איזה אחוז, מתוך הביומסה שהתחדשה מאז תאריך הבדיקה האחרון, הוסר ברעייה טבעית.

עיבוד נתונים

מציאת הבדלים סטטיסטיים בקצב ההתחדשות של שיחים (במדדי הגובה וההיקף) ובהשפעת הטיפול השונים על שיעור הכיסוי ועל הגובה של המינים העיקריים ועל הביומסה העשבונית נעשה בעזרת ניתוח שונות. כשהניתוח הראה השפעה מובהקת בוצע מבחן Tukey-Kramer range test לבדיקת מובהקות ההבדלים בין הממוצעים.

תוצאות ודין

השפעות הטיפולים על הכיסוי הצמחי

באיור 2 על ארבעת חלקיו מוצגות תוצאות המעקב אחר שיעור הכיסוי הצמחי בארבעת הטיפולים שבוצעו בחורף 1991/92 ובהם מתבצע מעקב רצוף זה ארבע עונות.

בטיפול "דילול ורעייה" (איור 2א), הפחית טיפול הדילול את אחוז הכיסוי של הצומח המעוצה מ-61% ל-3%. הצימוח המחודש התחיל מיד לאחר הדילול, ולאחר 5 חודשים הגיע שיעור הכיסוי של צומח זה ל-22%. מאז ואילך, במשך שנתיים נוספות, נשאר כיסוי הצומח המעוצה ברמה זו. שלוש שנים לאחר הטיפול, ולאחר ארבע עונות רעייה, הגיע שיעור הכיסוי השיחי המוחלט בחלקה זו ל-27%, שהם 48% מהכיסוי השיחי המקורי. קצב ההתחדשות הממוצע של הכיסוי השיחי הוא 6% לשנה. אם קצב ההתחדשות יישאר זהה גם בשנים הקרובות, עשוי השטח להגיע לרמת הכיסוי שבה היה לפני הטיפול בעוד

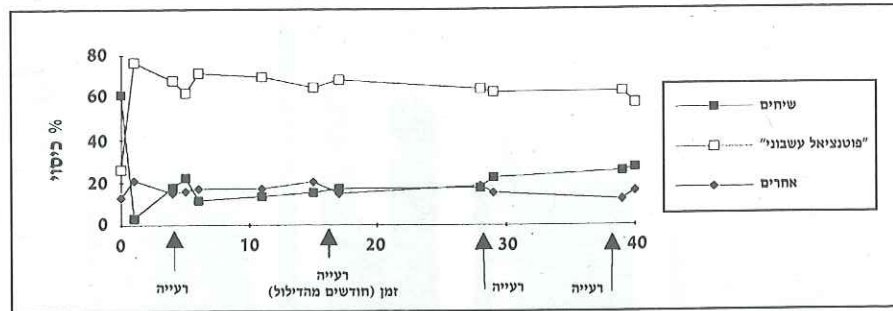
כש שנים (עשר שנים לאחר הטיפול). בעתיד יהיה צורך להחליט מהי רמת הכיסוי שבה אזור החיץ מפסיק להיות אפקטיבי כגורם מפריד בין מוקדי התפתחות שרפה לבין אזורים שעליהם מעוניינים להגן.

השפעת הרעייה מודגשת כאשר משווים את התוצאות של טיפול "דילול ורעייה" עם תוצאות טיפול "דילול בלבד" (איור 2ב). ארבע שנים לאחר הטיפול עומד הכיסוי השיחי בחלקה זו על 46% שהם 75% מהכיסוי השיחי המקורי. ניתן לראות זו מהאיור כי בלי רעייה ישנה מגמה מתמדת של עלייה בכיסוי השיחי וירידה מקבילה בכמות הצומח העשבוני מרמת שיא של 75% שנצפתה 9 חודשים לאחר הטיפול לרמה של 40% כעבור שלוש שנים. משמעות הדבר היא כי מתרחש תהליך רגנרציה של שיחים, הגורם לסגירה מחודשת של הנוף הצמחי. חישוב פשוט מעלה כי בקצב ההתחדשות הנוכחי (7.25% לשנה) יחזור השטח לרמת הכיסוי המקורית שלו בעוד כשנתיים (שש שנים ממועד הטיפול). מגמות דומות נצפו גם במערך הניסוי שהועמד בשנת 1992/93.

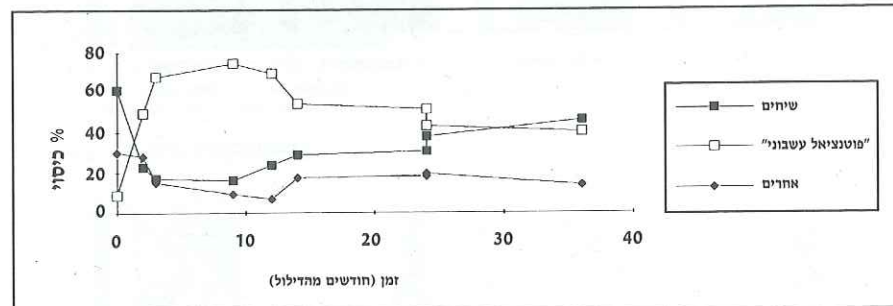
בטיפול "רעייה בלבד" (איור 2ג) כיסוי השיחים, שלוש שנים וחצי לאחר תחילת הניסוי היה כ-36% מהשטח, ואילו במקור היה הכיסוי השיחי 56%. טיפול הרעייה שבוצע בעונה הראשונה הביא לירידה של 5% בכיסוי השיחים, ובשתי העונות הבאות נצפתה ירידה של עוד כ-10% בכל שנה. מגמה דומה נצפתה גם במערך שהוקם בשנת 1993 (פחיתה מצטברת של 13% לאחר שנתיים). תוצאה זו מפתיעה למדי. הדעה המקובלת היא כי לבקר יש העדפה נמוכה לאכילת צומח מעוצה ולא ציפוי כי בטיפול "רעייה בלבד" תהיה ירידה ניכרת בכיסוי הצומח המעוצה. קשה לומר בוודאות מהי הסיבה הישירה לפחיתה זו: רעייה ישירה, נזק פיזי שנגרם מדריכה של הבקר על השיחים בדרכו לכתמי הצומח העשבוני או אולי השפעה משולבת. התבוננות באיור 2 תומכת בהסבר של דריכה: לטיפול "רעייה בלבד" אין השפעה על גובה השיחים המעוצים, משמע אין כאן אכילה של הנוף העלוותי שלהם. נראה כי הבקר מרחיב משעולים קיימים או מפלס דרך בין גושי הצומח המעוצה בדרכו לכתמי הצומח העשבוני או לטחחי רעייה סמוכים.

בהקשר זה, של רעייה ישירה על הצומח השיחי, יש להוסיף שמרבית המינים המעוצים של האקוסיסטמה היס-תיכונית הם בעלי ערך מזוני בינוני ומטה. זאת כנראה כהתאמה אבולוציונית לחשיפה ארוכה ללחצי רעייה והפרעות אחרות¹⁸. מנגנוני ההגנה של צמחים אלו מגוונים וכוללים הגנה פיזית (כמו קוצים או גלדניות) והגנה כימית (תכולה גבוהה של חומרים משניים כמו טנינים)¹⁷. לאחרונה מפותחות בארץ ובעולם שיטות המאפשרות להתמודד עם ההרתעה הכימית של הצמחים ובכך להעלות את כמות העלווה הנלקחת ברעייה. לדוגמה, נמצאו תוצאות מעודדות של תוספת החומר פוליאיתילן-גליקול (PEG) לצאן על צריכת עלווה של אלת המסטיק הידועה ברמת הטנינים הגבוהה שבה. כיוון זה עשוי לתת בידינו בעתיד כלי פשוט וזול להגברת אפקט הרעייה של עדרים של מעלי גירה על חברת הצומח המעוצה^{19,3}. נתוני חלקות הביקורת (איור 2) מראים שבמשך ארבע שנות המעקב יש שינוי מועט בכיסוי מרכיבי חברת הצומח בגריגה של רמת הנדיב. תצפית זו מתקשרת לתוצאות דומות שדווחו

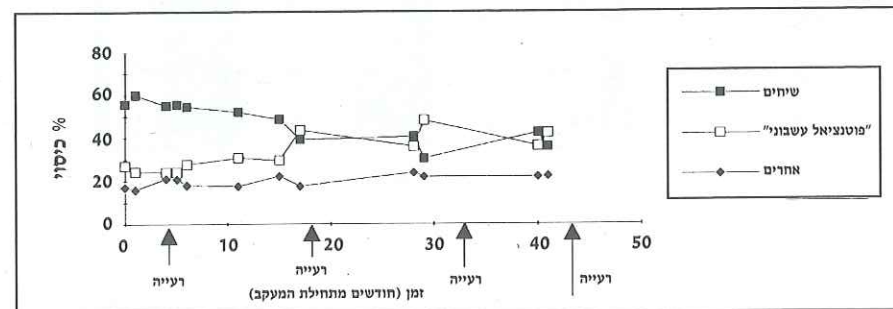
א. דילול ורעייה



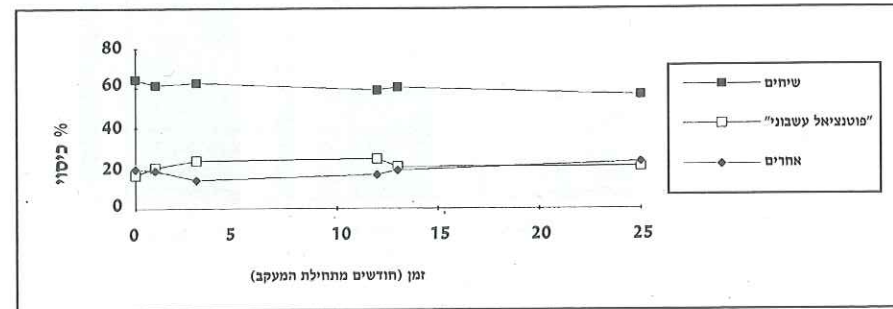
ב. דילול בלבד



ג. רעייה בלבד

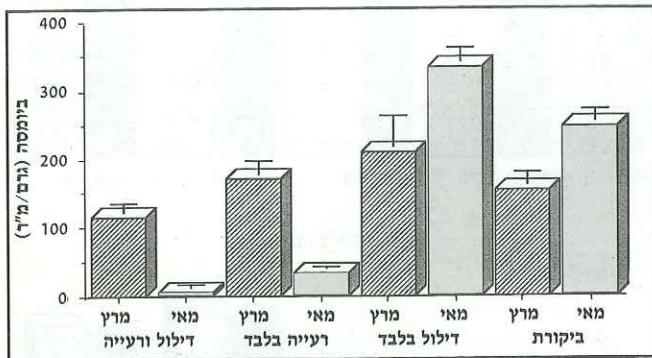


ד. ביקורת



איור 2: השפעת טיפולים על התפלגות הכיסוי בחלקות המעקב (%). דילול חורף 91/92

ורעייה" ופחיתה של 80% בטיפול "רעייה בלבד". לעומת זאת, בחלקות שבהן לא הייתה רעייה נצפה צימוח עונתי שהוסיף לכמות הביומסה המצטברת. צמצום הכמות של מרעה עשבוני בחלקות הרעייה תורמת רבות ליכולתו של אזור החיץ לתפקד במניעת התפשטות אש.



איור 4: השפעות הטיפול על כמות המרעה העשבוני.

עובדה מעניינת עולה מהשוואת היבול העשבוני בשיא העונה בחלקות הביקורת לזה שבטיפול "דילול בלבד" (איור 4). היבול בכתמים העשבוניים שבחלקה המדוללת גבוה בכ-35% מזה שבכתמים העשבוניים שבחלקת הביקורת. חשוב להבין שאין זו תוצאה פשוטה של פתיחת שטח לנביטת עשבוניים שכן מדובר כאן בצפיפות הצומח העשבוני בתוך הכתמים (ראה שיטות). הבדל משמעותי זה יכול להיות מיוחס להסרה של השפעת התחרות (על אור, מים או נוטריינטים) של הצומח המעוצה על הכתמים העשבוניים שבשכנותו.

גובה צומח עשבוני

השפעת רעיית הבקר על גובה הצומח העשבוני מוצגת באיור 5. בכל עונה בוצעה מדידה אחת לפני הרעייה ומדידה אחת לאחריה. ניתן לראות כי הבקר הסיר, בצורה מלאה כמעט, את כל הצומח העשבוני, הן החד-שנתי והן הרב-שנתי. גובה הדגנים הרב-שנתיים פחת בכ-95% בממוצע, וגובה העשבוניים החד-שנתיים פחת בכ-90% בממוצע. מקור השינויים שנצפו בחלקות בלי רעייה הוא בצימוח עונתי. בכל עונות המעקב היה הטיפול אפקטיבי, והקטין במידה ניכרת את יכולת הצומח העשבוני להוות פתיל המקל התפתחות שרפות.

השפעת עונת הדילול

טבלה 2 מציגה את השפעת עונת הגיזום על התחדשות המינים שנבדקו (בשני משתנים - גובה והיקף הנוף). משתנים אלו מייצגים לדעתנו בצורה הטובה ביותר את החזרה לגודל המקורי

לאחרונה (ראה למשל מאמרם של ברוידא וחובריו בחוברת זו) המעלים סימני שאלה באשר לעצם קיומם של תהליכי הסוקצסיה הקלאסיים שהוצעו לאפיון המערכת היס-תיכונית (בתה ← גריגה ← חורש). ואף אם לא נערער על מהות התהליכים מקצב השינויים העולה מתצפיות אלו הוא בהחלט איטי מהצפוי.

השפעות הטיפולים על גובה הצומח

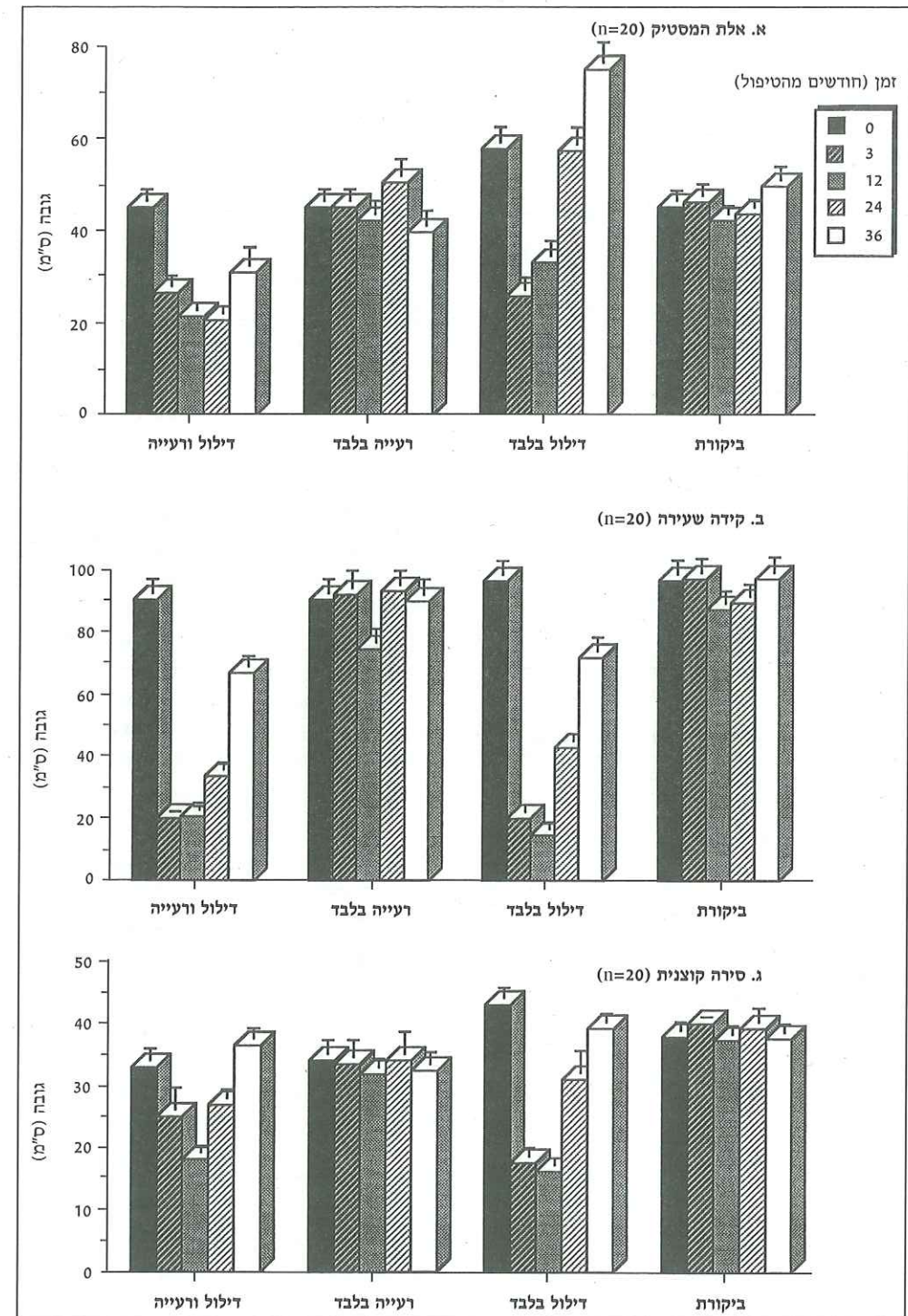
לצורך הדגמה של השפעת הטיפולים על גובה הצומח המעוצה נבחרו שלושה מינים שליטים המהווים כ-70% מהמרכיב השיחי באזור: אלת המסטיק, קידה שעירה וסירה קוצנית. השפעת הטיפול "דילול ורעייה" על גובה שיחי אלת המסטיק מוצגת באיור 3. בטיפול "דילול בלבד" נמצא כי שיחי האלה חוזרים לגובהם המקורי 24 חודש לאחר הדילול. בטיפול "דילול ורעייה", לעומת זאת, נצפה צימוח מחודש של כ-50% באביב הראשון לאחר הדילול, במשך שנתיים עוכב הצימוח והיום, שלוש שנים וחצי לאחר הטיפול, עומד גובה שיחי אלת המסטיק על 75% מגובהו המקורי.

במילים אחרות, רעייה שנתית קצרה אך אינטנסיבית של בקר לאחר דילול מצליחה לעכב במידה מסוימת את קצב הרגרציה של שיחי אלת המסטיק בנוף גריגה יס-תיכוני. לעומת זאת, לרעיית בקר בלי דילול מוקדם, השפעה לא עקבית על גובה שיחי אלת המסטיק: בשנים מסוימות נצפתה פחיתה בגובה ובשנים אחרות לא נצפתה פחיתה כזו.

קצב ההתחדשות של קידה שעירה/סירה קוצנית (איור 3-ג) איטי מזה של אלת המסטיק. אפשר ללמוד זאת מהסתכלות על השפעת הטיפול "דילול בלבד" על המינים השונים. סירה משלימה את גובהה אחרי דילול בכ-40 חודש וקידה בכ-50 חודש. עם זאת, אין לרעייה השפעה על ההתחדשות של מינים אלו, וקצב ההתחדשות שלהם בטיפול "דילול ורעייה" דומה לזה שנצפה בטיפול "דילול בלבד". גם בשני מינים אלו, כמו באלת המסטיק, אין לטיפול "רעייה בלבד" כל השפעה. נראה כי הטעימות (palatability) הנמוכה של מינים אלו, וקיומם של מנגוני הגנה אפקטיביים - בעיקר קוצים - גורמים לדחייה של הבקר. שאלה פתוחה היא אם רעיית עזים תביא לתוצאות שונות בתכלית באופי ובקצב הרגרציה של החברת הצומח המעוצה.

ביומסה של צומח עשבוני

כאמור לעיל, כמות הביומסה העשבונית המצויה בשטח נותנת ביטוי לכמות של החומר הדליק המהווה מרכיב קריטי בהתפתחות שרפות חורש ויער. הביומסה העשבונית המתאיבת לקראת הקיץ היא במקרים רבים כפתיל הצתה לשרפה כולה. כמו כן הביומסה העשבונית היא מעין "מעביר אש" דרך שטחים שבהם כמות הצומח המעוצה פחותה. השפעות הטיפולים על כמות המרעה העשבוני בטיפולים השונים מוצגות באיור 4. השפעת הרעייה ניכרת היטב: פחיתה של 92% בטיפול "דילול



איור 3: השפעות הטיפולים על גובה המינים המעוצים השליטים.

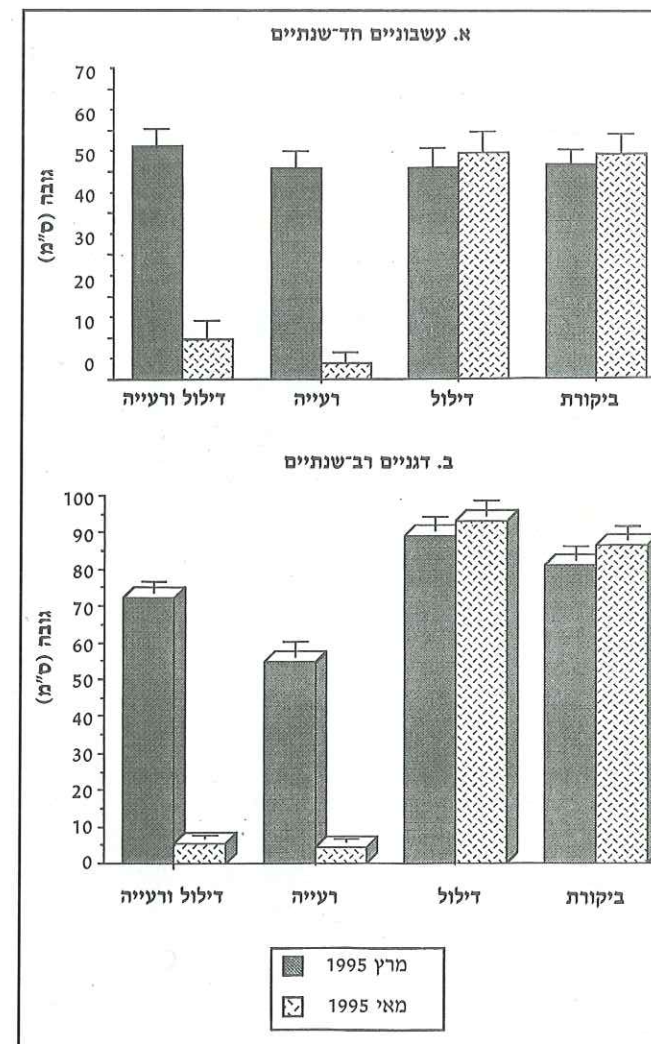
א. השפעת עונת הגיזום על היקף השיחים לאחר שנה (מהגודל המקורי) * (n=7 בכל עונה)

מין/עונה	אביב	קיץ	סתיו	חורף	ממוצע
ברזית בינוני	22.5 c	41.3 b	70.0 a	68.0 a	50.5 b
אלת המסטיק	56.0 b	91.0 a	79.0 ab	68.0 ab	73.5 a
קידה שעירה	31.0 a	44.0 a	57.5 a	54.0 a	46.6 b
ממוצע	36.5 b	58.8 a	68.8 a	63.3 a	

ב. השפעת עונת הגיזום על גובה השיחים לאחר שנה (מהגודל המקורי) *

מין/עונה	אביב	קיץ	סתיו	חורף	ממוצע
ברזית בינוני	14.0 bc	34.0 b	55.0 ab	60.0 a	40.8 b
אלת המסטיק	53.0 a	65.0 a	54.0 a	71.0 a	60.8 a
קידה שעירה	11.0 b	24.0 ab	36.0 a	28.0 ab	24.8 c
ממוצע	26.0 b	41.0 a	48.3 a	53.0 a	

* אותיות שונות המלוות את הערכים מציינות הבדל מובהק על פי מבחן Tukey-Kramer (אחרי טרנספורמציה של הנתונים). אותיות מימין לערך מציינות השוואה בטור. אותיות משמאל לערך מציינות השוואה בשורה.



איור 5: השפעות הטיפולים על גובה הצומח העשבוני. (גובה הצמח נמדד ב-20 נקודות אקראיות לאורך החתכים הקבועים.)

ומאפשרים השוואה בין המינים השונים ובין עונות ההסרה השונות.

על אף השונות הגבוהה בתגובתם של פרטים שונים לגיזום וההבדלים בין המינים, אפשר לסכם ולומר כי גיזום אביבי (תחילת מרס) יביא לעיכוב מקסימלי בהתחדשות הצומח המעוצה בטווח הזמן הקצר – עד שנה. הסבר אפשרי לתצפית זו אפשר לראות בקשר שבין המחזור הפנולוגי של הצמחים למאגרי המשאבים הפנימיים (מינרלים, מוטמעים) העומדים לרשותם. סוף החורף ותחילת האביב הוא מועד הפעילות הפנולוגית העיקרית (לבלוב, פריחה ועשיית פירות), ולפי כך מאגרי הצמחים אמורים להיות ברמה הנמוכה ביותר. חידוש הנוף הצמחי אחרי הסרתו דורש השקעת משאבים שנאגרו בחלקים התת-קרעיים של הצמחים. זמינות נמוכה של המשאבים מכתובה, כנראה, קצב נמוך של התחדשות. בעונות האחרות המאגרים מלאים יותר והתחדשות נעשית בקצב מרבי. גם

הראשונה שלאחר הגיזום, ואילו בשנה השנייה ובשנה השלישית נצפו ערכים זניחים – $Gr < 0.5\%$. בעניין זה יש להבחין בין המינים: ברזית בינוני הוא המין היחיד שנצפו עליו סימני רעייה משמעותיים: $Gr = 7\%$ בשנה הראשונה לגיזום, אולם קידה שעירה ואלת המסטיק כמעט שאינן נאכלות, גם לא בשנה הראשונה להתחדשותן, כאשר הענפים ירוקים ורכים. המסקנה החד-משמעית היא כי אין לרעייה הטבעית השפעה מעכבת של ממש על התחדשות הצומח המעוצה באזור שנבדק.

סיכום

כיום, לאחר ארבע שנות מחקר ומעקב, אפשר להציג סיכום ביניים מעשי של יעילות ממשק אזורי החיץ. ממשק זה, המקובל בכמה מקומות בעולם (צרפת, מערב ארצות הברית), יכול להיות אופציה ממשקית מתאימה לשטחי חורש או גריגה ים-תיכוניים צפופים.

ממשק זה מציע אמצעי מניעה אפקטיבי בפני התפשטות אש, ועם זאת אין הוא משפיע על מרחב גדול של הנוף והאקוסטימיות הטבעיות. כצפוי, ההתחדשות המהירה של הצומח המעוצה מהווה בעיה מרכזית. יש לזכור שיכולת רגנרציה זו היא בטווח להתאמה של הצומח המעוצה היס-תיכוני לתנאי ההפרעה והקטסטרופה השכיחים מאוד במקומותינו (שרפה, כריתה ורעייה חזקה)¹⁸. מרביתם של מינים אלו הם בעלי קצב רגנרציה גבוה^{14,20}.

בהתאם לממצאי עבודה זו אנו מציעים להכין את אזורי החיץ באביב, שכן קצב הרגנרציה של שיחים שהוסרו בעונה זו הוא הנמוך ביותר, כנראה בגלל רמת משאבים נאגרים נמוכה. כמו כן עולה שאין באקוסטימיה היס-תיכונית הנוכחית מרכיב הרביבורי משמעותי שיכול להוריד חלקים ניכרים מנוף השיחים המתחדשים ולכן חובה להשתמש בעדרי צאן או בקר.

ניהול הרעייה גם הוא קריטי להצלחת הממשק כולו. להצטי רעייה גבוהים מאוד הם בבחינת כורח^{7,13,21}, אם כי לא תמיד נותנת הרעייה את התוצאות המקוות^{6,16}. הרעייה תהיה אפקטיבית ביותר כאשר העדר שוהה בקרבת האזור המטופל ויש לו אספקת מים בלי הגבלה. העיתוי המתאים ביותר להכנסת העדר הוא לקראת שיא עונת הצימוח העשבוני, במחצית הראשונה של אפריל. התאריך המדויק תלוי בלחץ הרעייה (היחס שבין גודל העדר לגודל השטח). כדי להגיע ללחצי רעייה גבוהים חובה לתחום את השטח לרעייה בגדר (רצוי גדר חשמלית ניידת). קשה לראות כיצד אפשר להגיע לתוצאות בלא גידור.

ממשק אזורי החיץ כרוך בעלות ניכרת להקמתו (העלות הספציפית לדונם תלויה באופי הצומח ובשיטת ההסרה המכנית הספציפית, ומכאן – במספר ימי העבודה הנדרשים לפתיחת יחידת שטח). פתיחתו של דונם אחד ברמת הנדיב הצריכה כ-8-10 ימי עבודה של פועלים מיומנים (כולל הכנת תשתית קבע לגידור חשמלי נייד). חלוקה של הוצאה זו במספר השנים

שעוברות עד שנוצר צורך לבצע דילול בשנית (כעשר שנים כפי שעולה מממצאי עבודה זו) הופכת את העלות לסבירה יותר. מהמחקר ברמת הנדיב עולה שרעיית בקר בלחצי רעייה גבוהים אפקטיבית מאוד בשמירה על אזור החיץ במצב פתוח ואפילו מציגה יתרונות לעומת רעיית עזים שנחשבת כמתאימה ביותר לממשק זה (הקטנת כיסוי שיחים ברמיסה) והפתעות (אכילה ישירה של שיחים בעלי ריכוז גבוה של חומרים משניים כמו אלת המסטיק). העבודה הדגימה בעליל את הפוטנציאל הרב הטמון בשיטה זו, אבל יש לזכור שכדי לממש פוטנציאל זה יש להתאים התאמה מלאה את דרישות בעל העדר (לא לפגוע בפוטנציאל הייצור וברוחיותו) לצורכי הממשק (לחץ רעייה חזק וממוקד).

תודות

עבודה זו בוצעה במימון חלקי של הקרן לשיקום הכרמל, המשרד לאיכות הסביבה ופרויקט רמת הנדיב של יד הנדיב והחברה להגנת הטבע. מנחם אדר, הוגו טרגו ורמי אמירי, וצוות העובדים שלהם, סייעו רבות לביצוע העבודה בשטח.

ספרות

1. אטינגר, ע., גוטמן, מ., יונתן, ר., פרבולוצקי, א., שוורץ, ר. ואלטשולר, י. 1995. מניעת שרפות בנוף ים-תיכוני: ממשק אזורי החיץ. השדה 75: 74-70.
2. הוועדה המקצועית לשיקום ולפיתוח הכרמל. 1990. סיכום הדיונים וההמלצות של הוועדה בנושאים: שיקום השטח השרוף והגנה מפני שרפות בעתיד (הוגש למשרד לאיכות הסביבה בינואר 1990).
3. סילניקוב, נ., גלבוט, נ., ניצן, צ. ופרבולוצקי, א. 1992. טנינים בצמחי החורש – השפעתם השלילית וניטרולם. הנוקד 16: 5-9.
4. פרבולוצקי, א. 1992. אזורי חיץ להקטנת נזקי שרפות ביער ובחורש: או, השימוש בעז השחורה ככלי ממשקי בניהול החורש. אופקים בגאוגרפיה 36/35: 107-118.
5. פרבולוצקי, א. 1995. שמירת הטבע או שמירת הנוף. אקולוגיה וסביבה 1(3): 161-169.
6. Boles, P.H. 1987. Vegetation changes in chaparral within an Angora goat/short duration grazing cell in north-central Arizona. Proceedings of Southwest. Soc. Amer. Forest Ann. Meet., November 12-14, 1986, Prescott, Arizona.
7. Davis, G.G., Bartel, L.E. and Cook, C.W. 1975. Control of Gambel oak sprouts by goats. Journal of Range Management 28: 216-218.
8. Etienne, M. 1989. Protection of Mediterranean forests against fire: an ecological approach for redevelopment. A paper presented at the 5th Meeting of the European Ecological Society, Sienna, Italy.
9. Etienne, M. et al. 1985. Participation d'un troupeau caprin a la creation d'un pare-feu arbore dans le sud de la France. Coll. FAO Fourrages grossiers, Geneve.

השפעת רעייה טבעית

המעקב אחר השפעת הרעייה הטבעית (כאמור – צבאים, חזירים וחרקים שונים) העלה כי במהלך שלוש השנים הראשונות שלאחר הגיזום, רק ב-18% מהתצפיות נצפו סימני רעייה כלשהם. השפעה מסוימת (בממוצע – $Gr = 3\%$) נצפתה בשנה

16. Papanastasis, V., Nastis, A. and Tsiouvaras, C. 1991. Effects of goat grazing on species composition of variously treated *Quercus coccifera* L. ecosystems. Proceedings of the 5th International Conference on Mediterranean Climate Ecosystems, September 24-27, Crete, Greece.
17. Perevolotsky, A. 1994. Tannins in Mediterranean woodland species: lack of response to browsing and thinning. *Oikos* 71: 333-340.
18. Seligman, N.G. and Perevolotsky, A. 1994. Has intensive grazing by domestic livestock degraded Mediterranean Basin rangelands? In: M. Arianoutsou and R.H. Groves (eds.), *Plant-Animal Interactions in Mediterranean-Type Ecosystems*. Dordrecht: Kluwer.
19. Silanikove, N., Nitsan Z. and Perevolotsky, A. 1994. Effect of daily supplementation of Polyethylene Glycol on intake and digestion of leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *Journal of Agricultural Chemistry* 42: 2844-2847.
20. Trabaud, L., and Lepart, J. 1981. Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio* 43: 49-57.
21. Tsiouvaras, C.N., Havlik, N.A. and Bartolome, J.W. 1989. Effects of goats understory vegetation and fire hazard reduction in a coastal forest in California. *Forest Science* 35: 1125-1131.
10. Green, L.R., Hughes, C.L. and Graves W.L. 1978. Goat control of brush regrowth on southern California Fuelbrakes. Proceedings of the 1st International Rangeland Congress, August 14-18, 1978, Denver, CO.
11. Gutman, M. *et al.* 1990. Plant and animal responses to beef cattle grazing in a Mediterranean oak scrub forest in Israel. The Proceedings of the 6th Meeting of the FAO European Sub-Network on Mediterranean Pastures and Fodder Crops, October 17-19, Bari, Italy.
12. Hardesty, L.H., Box, T.W. and Malechek, J.C. 1988. Season of cutting affects biomass production by coppicing browse species of the Brazilian caatinga. *Journal of Range Management* 41: 451-477.
13. Knipe, O.D. 1982. The use of Angora goats in converting Arizona chaparral to grassland. Proceedings of the 3rd International Conference on Goat Production and Disease, Tucson, Arizona.
14. Malanson, G.P. and Trabaud, L. 1987. Ordination analysis of components of resilience of *Quercus coccifera* garrigue. *Ecology* 68: 463-472.
15. Naveh, Z. 1987. Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands. In: J.D. Tenhunen *et al.* (eds.), *Plant Response to Stress*. Berlin: Springer-Verlag.

1-2

כרך 3
מאי 1996

אקולוגיה

וביבה

רבעון לאקולוגיה, לאיכות הסביבה ולשמירת הטבע והנוף



ISSN 0793-0771



המשרד לאיכות הסביבה

קרן קיימת לישראל



החברה להגנת הטבע



החברה להגנת הטבע