

פיתוח מודל דינמי לניהול רב-תועלתי של נופי ההר הים-תיכוני

דו"ח מחקר סופי לקרן יד הנדיב

הקרן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל – נקודת חן

פברואר 2004

החוקר: פרופ' עמנואל נוי-מאיר

המחלקה לבוטניקה חקלאית, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות,

הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה

של האוניברסיטה העברית, רחובות.

בביצוע המחקר השתתפה גב' גילי קוניאק, תלמידה לתואר מוסמך בפקולטה למדעי החקלאות

פרק 1. מודל דינמי של מצבי צומח

1.1. הגדרה של רמת הפרוט של המודל במרחב ובזמן

במרחב:

היחידה המרחבית הבסיסית הינה "כתם" המוגדר כיחידה בגודל של 1X1 מטר. היחידה הגדולה יותר היא "אתר". כל אתר אחיד מבחינת הטופוגרפיה והקרקע, אך לאו דווקא מבחינת הצומח. האתר הוגדר כמורכב מ-100 כתמים כלומר שטח של 10 X 10 מ'. בזמן נתון, הכתמים השונים באתר יכולים להיות במצבי צומח שונים.

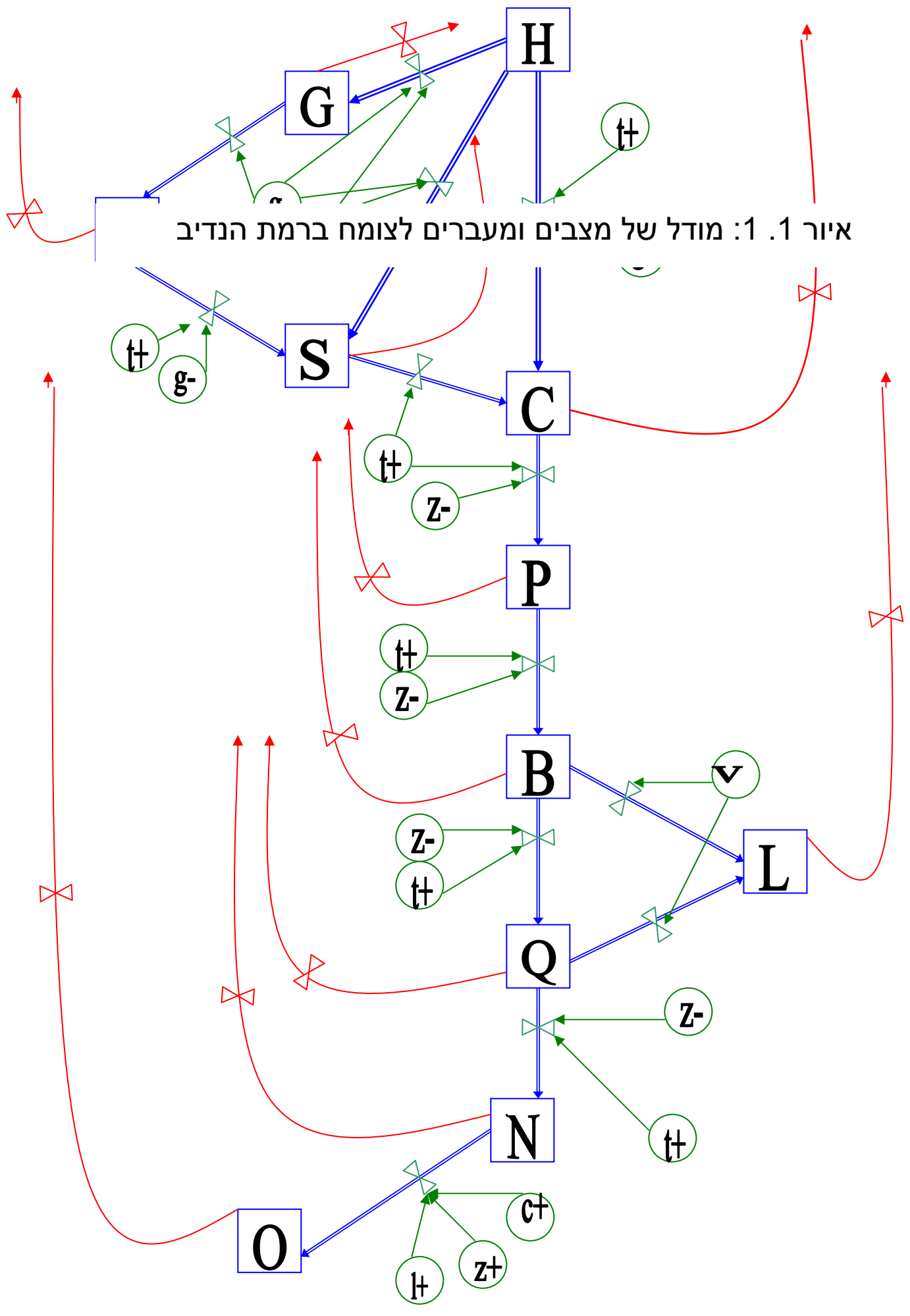
המודל בנוי לצמחייה באזור ים-תיכוני כפי שהיא באה לידי ביטוי ברמת הנדיב (השטח כיום רובו צורת גריגה), על קרקע טרה-רוסה, כמות משקעים ממוצעת 600 מ"מ גשם לשנה.

בזמן:

צעד הזמן הבסיסי של המודל הוגדר כשנה אחת. באופן סטנדרטי, המודל הורץ לתקופה של 100 שנה.

1.2. מבנה המודל של מצבים ומעברים

בתחילת העבודה בנינו מודל מסוג "מצבים ומעברים" (Westoby et al. 1989) לתיאור הדינמיקה של צומח ההר הים תיכוני, ברמת הנדיב. זהו מודל גרפי מפורט המשמש כבסיס לפיתוח המודל המתמטי של הסתברויות המעבר בין מצבי הצומח השונים (איור 1.1).



איור 1.1: מודל של מצבים ומעברים לצומח ברמת הנדיב

הסבר לאיור 1.1: מודל מצבים ומעברים:

"מצב צומח" (state) בו נמצאת יחידת שטח נתונה מאופיין ע"י מין הצמח השולט בשטח (לדוגמה בר-זית בינוני), או קבוצת מינים בעלי תכונות דומות (עשבוניים), או צירוף של 2 או יותר מינים או קבוצות שולטים (עשבוני + סירה), וכן ע"י התצורה של הצומח מבחינת הגובה והכיסוי (בר-זית נמוך או בר-זית גבוה סגור).

"מעבר" (transition) הוא תהליך שמשנה חידת שטח נתונה ממצב צומח אחד לאחר.

מצבי צומח אפשריים:

- H – עשבוני
- G – עשבוני + סירה קוצנית
- D – סירה קוצנית
- S – סירה קוצנית + קידה שעירה
- C – קידה שעירה
- P – קידה שעירה + אלת המסטיק
- B – קידה שעירה + אלת המסטיק + בר-זית בינוני נמוך
- Q – בר-זית בינוני נמוך
- N – חורש גבוה סגור של בר-זית בינוני + מטפסים
- O – יער פארק (טבעי)
- L – אזור חיץ, סואנה (מעוצב ע"י האדם)

חצים כחולים כפולים – מעברים ממצב למצב

חצים אדומים – מעברים בעקבות שריפה

חצים ירוקים – השפעת גורמים שונים על קצב המעבר

גורמים משפיעים על קצב המעבר:

- t – זמן
- g – רעית בקר חזקה
- z – רעית עזים
- v – גיזום מכאני + רעיה חזקה
- c – גיזום מכאני
- l – תקופת זמן ארוכה מאוד

+ השפעה חיובית

- השפעה שלילית

בשלב הראשון בנינו מודל בו "מצב צומח" מוגדר לגבי יחידת שטח של "כתם" (1×1 מ'). המודל מיושם לגבי "אתר" המורכב מ-N כתמים, לדוגמה 100 כתמים המייצגים אתר של 10×10 מ'. לכן, הרכב הצומח באתר בכל זמן מוגדר ע"י סדרה של ערכים:

$$X_i, i=1, M$$

X_i = מספר הכתמים באתר (או % הכיסוי של הכתמים) הנמצאים במצב הצומח i מתוך M מצבים אפשריים.

קצב תהליך המעבר בין שני מצבים מבוסס ע"י p_{ij} , ההסתברות שכתם יחיד ישתנה ממצב i למצב j , או % הכתמים באתר המשתנים ממצב i למצב j , בכל צעד זמן.

במודל הראשוני נלקחו בחשבון רק 6 מצבי צומח עיקריים שבהם יכול להתקיים כתם בצומח הטבעי המאפיין את רמת הנדיב:

א. עשבוני = צומח עשבוני חד-שנתי ורב-שנתי

ב. סירה = סירה קוצנית

ג. קידה = קידה שעירה

ד. אלה = אלת המסטיק (ואשחר)

ה. בר-זית נמוך = בר זית עד גובה 1.5 מטר

ו. בר-זית גבוה = בר זית מפותח מעל גובה 1.5 מטר

או/עם מטפסים כגון קיסוסית, שרביטן ועוד.

בכל מקרה הכוונה היא לצמח השליט באותו כתם, לצמח שתופס את רוב השטח של 1×1 מטר. במקרה ובאותו כתם יש שני צמחים ומעלה שתופסים את אותו שטח, הכתם נכלל בקבוצת הצומח המתקדם יותר בשלבי הסוקצסיה (לדוגמא כתם שמעורב בקידה ואלה ייכלל בכתמי האלה). הסתברויות המעבר מתייחסות להסתברות של כתם במצב נתון להשתנות למצב צומח נתון אחר תוך צעד זמן קבוע של שנה אחת, בתנאים שונים, כגון: התפתחות ללא הפרעות, רעיה של עזים או בקר, שריפה, כריתה וכו'.

1.3 הגדרת פונקציות המעבר בין מצבי צומח

התחלנו לבנות את המודל המתמטי בשלבים, ממודל תיאורטי פשוט למודלים מורכבים ומציאותיים יותר.

1.3.1 מודל שלב א'

מודל מארקוב פשוט

הנחות המודל לגבי הסתברויות מעבר בין מצבי צומח כתלות בטיפול

הגירסה הראשונה של המודל היא מסוג מארקוב (Markov) פשוט, שבו מניחים כי הסתברות המעבר של כתם מכל מצב צומח א' לכל מצב צומח ב' היא קבועה.

עם זאת, כדי לקחת בחשבון את העובדה שהסתברויות המעבר במציאות משתנות כאשר יש אירועי הפרעה (כגון שריפה, כריתה) או טיפולי ממשק מתמשכים (כגון רעייה), הגדרנו מטריצת הסתברויות מעבר שונה אך קבועה לכל אחד מן הטיפולים הבאים:

טיפול 1: ללא הפרעות

טיפול 2: רעיית עזים חזקה

טיפול 3: רעיית עזים חלשה

טיפול 4: הרחקת קידה

טיפול 5: שריפה

טיפול 6: רעיית בקר

במקרים של רעייה, מטריצת ההסתברות המתאימה לטיפול יושמה שנה אחר שנה במשך כל התקופה בה נמשכת הרעייה. מטריצת ההסתברות המתאימה לשריפה או כריתה הופעלה רק לשנה אחת ולאחר מכן הוחזר החישוב למטריצת ההסתברות הקודמת. שנה זאת כוללת את השפעות האירוע עצמו ואת ההתחדשות בשנה הראשונה.

טיפולים משולבים ועוקבים

מודל זה איפשר לנו גם לבדוק את השינויים בצומח כתוצאה מצירופים של טיפולים משולבים ואירועים עוקבים בזמן, למשל:

טיפול 7: הרחקת קידה ולאחריה רעיית עזים חזקה

טיפול 8: שריפה חוזרת ונשנית כל עשר שנים

טיפול 9: הרחקת קידה חוזרת ונשנית כל עשר שנים

טיפול 10: שריפה ומיד אח"כ רעיית עזים חזקה

טיפול 11: שריפה ומיד אח"כ רעיית עזים חלשה

טיפול 12: שריפות כל עשר שנים וביניהן רעיית עזים חלשה

טיפול 13: שריפות כל עשר שנים וביניהן רעיית עזים חזקה

טיפול 14: שריפות כל עשר שנים וביניהן רעיית בקר בינונית

מתן ערכים מספריים לפרמטרים

על בסיס הידע האקולוגי הקיים סומנו לכל טיפול, מבין כל המעברים האפשריים, אותם מעברים שהם בלתי אפשריים או בלתי סבירים וניתנה להם הסתברות = 0. לגבי כל אחד מן המעברים האפשריים

הוגדר במטריצה לכל טיפול ערך מספרי (בין 0 ל-1) להסתברות המעבר מכל מצב א' לכל מצב ב' בצעד זמן של שנה. כמה מן ההנחות והשיקולים האקולוגיים שעליהם התבססו הערכים במטריצות המעבר השונות במודל שלב א' מפורטים בנספח 1.

בניתוח של המודל שלב א' זהו כמה בעיות עקרוניות במבנה המודל, שאינן מאפשרות לתת ביטוי להשפעות ממשק מסוימות ולתהליכים אקולוגיים ידועים במציאות. בעקבות זאת נבנה מודל שלב ב', שבו יש ביטוי יותר מציאותי ומדויק להשפעות ותהליכים אלה.

1.3.2. מודל שלב ב'

פונקציות מעבר לפי לחץ הרעיה, אוכלוסיית המקור באתר, התפשטות וגטטיבית ומזרעים

הנחות המודל לגבי הסתברויות מעבר בין מצבי צומח כתלות בטיפול

בשלב זה פיתחנו ושכללנו את המודל כך שהוא יהיה קרוב יותר למציאות הממשק ולתהליכים הביולוגיים. במקום הסתברויות מעבר קבועות עבור טיפול נתון הוגדרו הסתברויות המעבר כפונקציות של משתנים שונים, ופותחו הנוסחאות המתאימות.

1. לחץ רעייה כמשתנה רציף

"לחץ רעייה" (לדוגמה של עזים) הוגדר כמשתנה ממשק רציף שנע בין הערכים 0 (אין רעיה כלל) לבין 1 (לחץ הרעייה המרבי שניתן להפעיל בשטח נתון). ההשפעה של "לחץ הרעייה" על כל אחת מהסתברויות המעבר מבוטאת כפונקציה רציפה (ליניארית בקירוב ראשון) שיכולה להיות פונקציה עולה, לדוגמה, ההסתברות למעבר כתם ממצב של קידה (שנאכלת בהעדפה ע"י עזים) למצב עשבוני עולה ככל שעולה לחץ הרעייה, או יורדת, לדוגמה: ההסתברות למעבר כתם ממצב סירה לקידה יורדת ככל שעולה לחץ הרעייה.

2. השפעת אוכלוסיית המקור באתר על ההסתברות לתפיסת כתם

הסתברות המעבר של כתם אל מצב צומח מסויים איננה קבועה אלא עולה כפונקציה של מספר הכתמים באותו מצב באתר כולו. לדוגמה הסתברות המעבר של כתם המכוסה אלת-המסטיק להפוך לבר-זית עולה כפונקציה של מספר כתמי הבר-זית הקיימים באתר (של 10 X 10 מ'). פונקציה זו מבטאת את התהליך הביולוגי של התפשטות צמחים מכתמים בסביבה הקרובה.

בשלב מוקדם בפיתוח הפונקציה הזאת התברר לנו שכדי שתהיה מציאותית מבחינה ביולוגית יש צורך לפרק אותה לשני תהליכים: א) התפשטות וגטטיבית של צמחים בוגרים, ב) הפצת זרעים והתבססות צמחים חדשים. שני התהליכים האלה בוטאו במודל בפונקציות נפרדות:

א.. ההסתברות של כתם להתכסות במין צמח נתון ע"י התפשטות וגטטיבית מצמחים בוגרים

היא פונקציה עולה (ליניארית בקירוב ראשון) של אחוז הכסוי של הצמח הזה באתר.

ב. ההסתברות של כתם להתכסות במין צמח נתון ע"י התבססות של זריע היא פונקציה עולה

(ליניארית בקירוב ראשון) של אחוז הכסוי של הצמח הזה באתר בתוספת הסתברות קבועה (נמוכה

בדרך כלל) המבטאת הפצת זרעים שמקורם מחוץ לאתר.

בהניחנו הנחה אחרונה זו הפכנו את האתר ממערכת סגורה למערכת פתוחה, שנמצאת באינטראקציה עם סביבתה ומושפעת ממנה. בשלב זה ביטאנו זאת בערכים קבועים של תוספת של זרעים מבחון, בהתאם לאופי ההפצה הביולוגי של הצמחים המייצגים.

מתן ערכים מספריים לפרמטרים: מודל שלב ב'

פונקצית לחץ הרעייה (ל"ר) לכל הסתברות מעבר נקבעה ע"י שתי נקודות שערכיהן נלקחו מהמודל שלב א': ההסתברות למעבר ללא רעייה (ל"ר=0) וההסתברות למעבר ברעייה חזקה (ל"ר=1). בין שתי נקודות אלה חושבה ההסתברות באופן ליניארי, כלומר השיפוע של הפונקציה הוא ההפרש בין שתי ההסתברויות הקיצוניות.

לגבי פונקצית ההתפשטות הוגטיבית, נאמדה הסתברות המעבר המרבית (כיסוי המין שואף ל-100%) בהתייחס לפוטנציאל הצמיחה לרוחב של פרטים של המין (מעבר לכתם של 1X1 מ'), ונקבעה הסתברות מעבר מינימלית 0 כאשר כיסוי המין 0, וביניהן נעשתה אינטרפולציה ליניארית. המרכיב של הסתברות המעבר התלוי בהתפשטות מזרעים חושב באופן דומה, כאשר ההסתברות המרבית נאמדה מתוך פוטנציאל ההתחדשות מזרעים של המין (ייצור זרעים, הפצה לטווח קרוב, נביטה והתבססות) ואילו ההסתברות המינימלית ($0 <$) נאמדה בהתחשב גם ביכולת ההפצה של המין בטווח ארוך (בין אתרים).

1.4. יישום המודלים בתכנת מחשב וסימולציה

מודל שלב א'

יישום המודל הפשוט לצורך סימולציה נעשה בגיליון נתונים EXCEL. המודל כלל את המרכיבים הבאים: מטריצות הסתברויות המעבר מכל מצב i לכל מצב j (p_{ij}) המתאימות לטיפולים, מצב הצומח ההתחלתי בזמן 0 (% הכיסוי בכל אחד מ- n מצבי הצומח, $X_{i(0)}$), והנוסחאות לחישוב מצב הצומח בשנה $t+1$ מתוך מצב הצומח בשנה t בעזרת מטריצת המעבר המתאימה (מכפלה של וקטור במטריצה).

$$X_{i(t+1)} = \sum_{j=1, n} p_{ij} * X_{i(t)}$$

בסימולציות, כל טיפול או צירוף של טיפולים הורץ במשך 100 שנה.

מודל שלב ב'

א. בשלב ראשון גם היישום של מודל זה נעשה ב-EXCEL. אך מכיוון שבמודל זה הנוסחאות מורכבות וארוכות יותר מאשר במודל שלב א', בשלב מסוים הן הגיעו לגבול אורך הנוסחה האפשרי בתכנה זו, ולא ניתן לנסח את המודל המלא ב- EXCEL .

ב. בעקבות זאת יושם מודל שלב ב' המלא בתכנית ספציפית שנכתבה בשפת פסקל, בסביבת TURBO PASCAL. תכנה זו נבנתה באופן שקל יהיה להרחיבה בעתיד על מנת לכלול פונקציות נוספות ומצבי צומח נוספים.

למעשה כבר הוחל בהרחבת התכנה ע"י שילוב מטריצת מצבי-צומח X תועלות והכפלתה בוקטור המצבים בכל צעד זמן, לקבלת וקטור התועלות בכל זמן (ר' פרק 3) ובכך כבר הוחל בפיתוח מודל שלב ג'.

1.5 תוצאות סימולציה עם המודלים

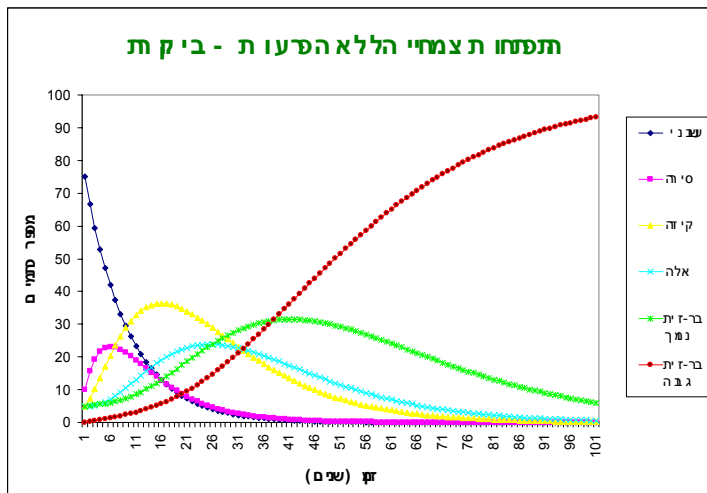
תוצאות: מודל שלב א'

לכל טיפול הופק גרף המתאר את הדינמיקה של הצומח במשך תקופת ההרצה. כמו-כן הופקו גרפים המתארים את הדינמיקה של קצב השינוי השנתי (מוחלט ויחסי) של הכיסוי של כל אחד ממצבי הצומח. לכל גרף צורף טכסט המנתח את התוצאות המסתמנות מבחינת הדינמיקה של הצומח והתהליכים הביולוגיים המשתמעים מאותה דינמיקה. (דוגמה של תוצאות: איור 1.2).

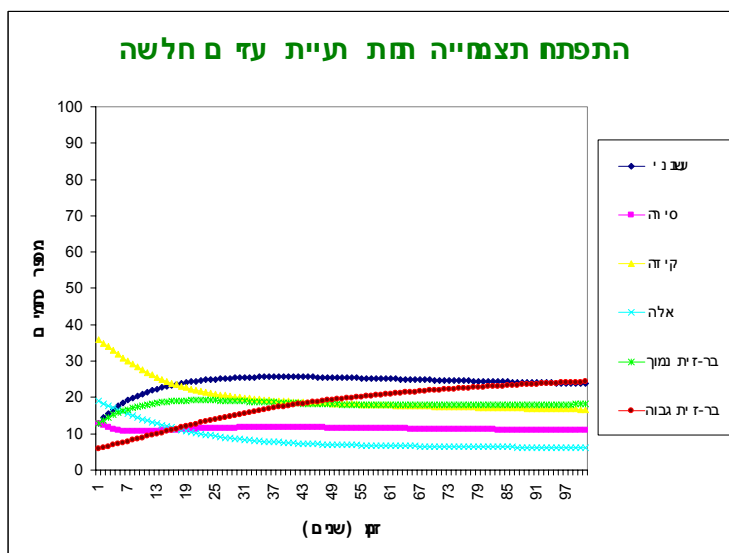
כמו כן נערך סיכום השוואתי בין הרכב מצבי הצומח באתר כעבור 25, 50 ו- 100 שנה, בטיפולים השונים (ר' איור 1.3).

איור 1.2. דוגמאות לתוצאות הסימולציות עם מודל שלב א': הדינמיקה של הצומח (% כיסוי של מצבי צומח באתר) בטיפולים שונים. א. ללא הפרעות (בקורת). ב. עם רעיית עזים מתונה. ג. רעיית עזים מתונה + שריפה כל 10 שנים.

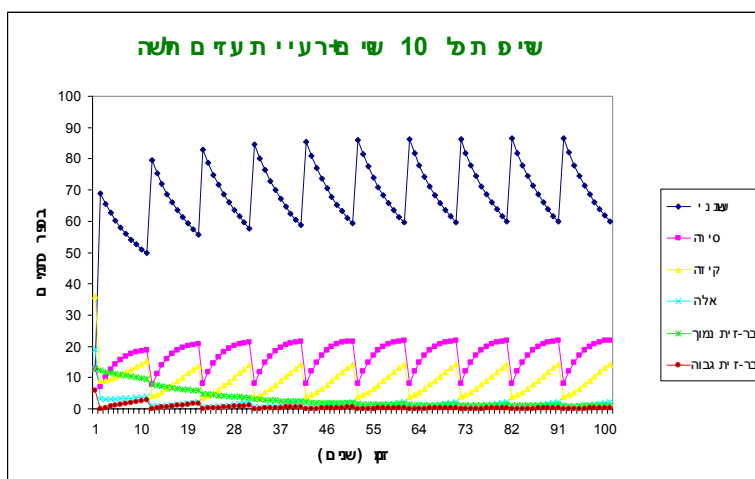
א



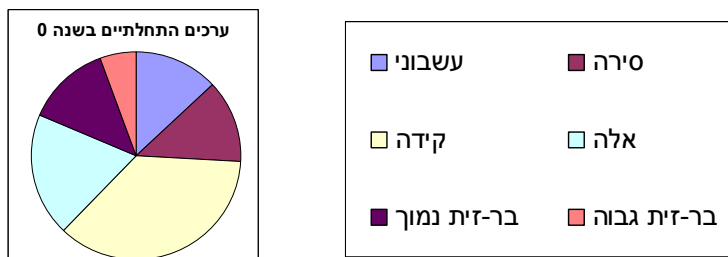
ב



ג



איור 1.3. השוואה בין הרכב כיסוי הצומח בטיפול רעייה שונים אחרי 25, 50 ו-100 שנה, לפי מודל שלב א'.



הטיפול	כעבור 25 שנים	כעבור 50 שנים	כעבור 100 שנים
טיפול 1 ביקורת			
טיפול 2 רעיית עיזים בלחץ גבוה			
טיפול 3 רעיית עיזים בלחץ נמוך			
טיפול 6 רעיית בקר בלחץ בינוני-חלש			
טיפול 11 שריפה + רעיית עיזים חלשה			

תוצאות: מודל שלב ב'

מוצגות כאן תוצאות של הדינמיקה של צומח במספר סדרות של ניסויי סימולציה במחשב עם מודל שלב ב', גירסת EXCEL. הסדרות נבדלות במצב ההתחלתי של הצומח וממשקים ומכאן בתרחישים העתידיים ההיפותטיים שנבדקו.

סדרה א: דינמיקה של צומח ממצב טיפוס לרמת הנדיב בלחצי רעייה שונים של עזים

המצב ההתחלתי של האתר בסדרה זאת היה פסיפס צומח טיפוס לשיטחי גריגה רבים ברמת הנדיב שנשרפו לפני כ-20 שנה: אחוז גבוה של השטח מכוסה בשיחי קידה שעירה ואלת המסטיק, עם כתמים מועטים יותר של צומח עשבוני, סירה קוצנית ושיחי ובר-זית בינוני. מוצגת הדינמיקה של הצומח ל-100 שנים קדימה, הצפויה לפי המודל תחת לחצי רעייה שונים של עזים.

המודל חוזה כי בהעדר רעית עזים וללא כל הפרעות אחרות תהיה דחיקה הדרגתית של תצורות הצומח הנמוכות (תחילה עשבוניים וסירה, ומהשנה ה-20 גם קידה) ע"י השיחים הגבוהים יותר של אלת המסטיק, ובקצה איטי בתחילה אך הולך וגובר ע"י בר-זית (איור 1.4.א). אלת המסטיק מגיע לשיא בשנה ה-40 ולאחר מכן מוחלפת בהדרגה ע"י בר-זית ובמיוחד בר-זית גבוה. לאחר מאה שנה רוב השטח מכוסה בבר-זית גבוה, כאשר מבין מיני הצומח האחרים רק אלת המסטיק עדיין תופסת כ-20% מן הכתמים.

הכנסת לחץ רעייה בינוני רצוף של עזים (0.5) תשנה, לפי תחזיות המודל, באופן משמעותי את הדינמיקה (איור 1.4.ב). יש ירידה רצופה של קידה שעירה, שמאפשרת קיום מוגבל של כתמים עשבוניים ושל סירה בפסיפס הצומח במשך עשרות שנים נוספות. הרעייה הבינונית של עזים איננה מעכבת את התפשטות אלת המסטיק, השולטת בשטח מן השנה 20 ועד השנה 90 ובסופו של דבר מדכאת את העשבוניים והסירה. ההתפתחות של בר-זית מעוכבת במידה רבה ע"י העזים. רק באיטיות מצטברים כתמים של בר-זית גבוה אשר כבר איננו נגיש לעזים ובשנה 100 הכיסוי שלו משתווה לזה של אלת המסטיק.

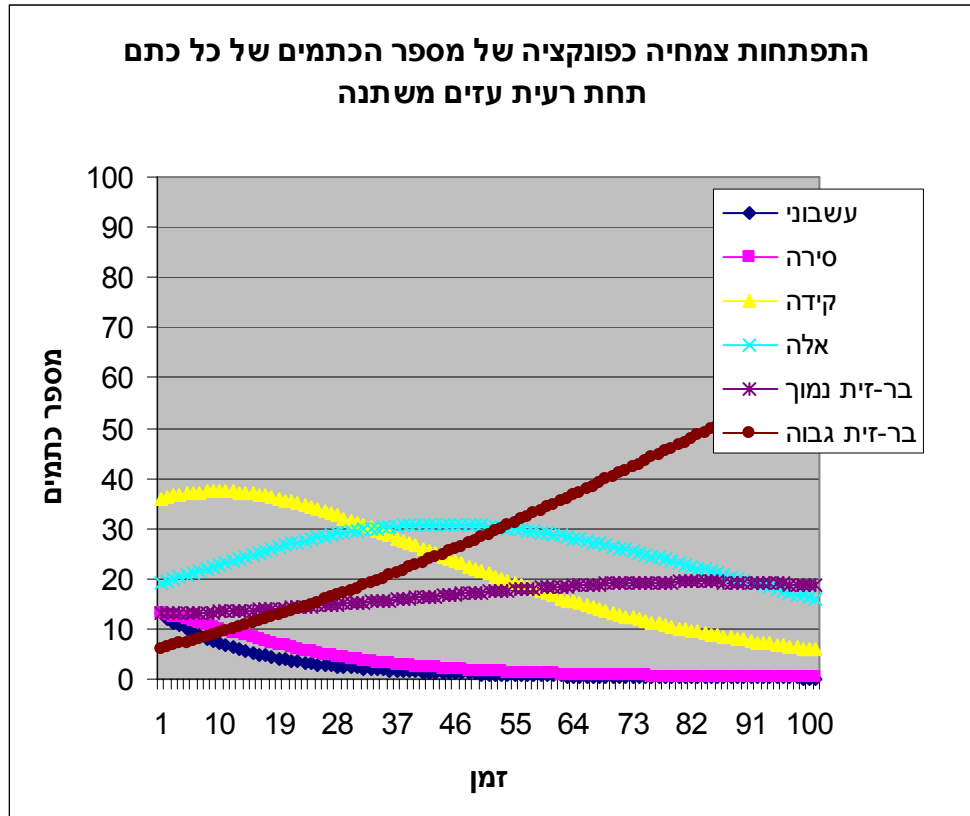
הכנסת רעיית עזים בלחץ חזק מרבי (1) תגרום לפי התחזית לירידה מהירה של הקידה, להאטה נוספת בהצטברות כתמי בר-זית ואפילו להאטה מסוימת של התפשטות אלת המסטיק (איור 1.4.ג). כתוצאה מכך מתפנה מקום לכתמים של צומח עשבוני, המהווים מרכיב משמעותי בשטח במשך כ-60 שנה. העשבוניים נדחקים בסופו של דבר ע"י השיחים הפחות נאכלים, סירה ואלת המסטיק. לקראת סוף התקופה גם בר-זית גבוה מתחיל להוות מרכיב חשוב בפסיפס.

הפסקה של 10 שנים בלבד ברעיית העזים החזקה (לאחר דיכוי הקידה, משנה 20 ל-30) מאפשרת לשיחים (בעיקר סירה ואלת המסטיק) לדכא את הצומח העשבוני באופן שאיננו חוזר להתפתח לאחר חידוש הרעייה, ואילו הסירה תופסת את מקומו לתקופה ארוכה (איור 1.4.ד).

רעייה חזקה של עזים למשך 10 שנים בלבד (משנה 20 ל-30) מדכאת את הקידה ומאפשרת התאוששות זמנית בלבד של הצומח העשבוני (איור 1.4.ה). תקופת רעייה זו גם עוצרת את התפתחות כתמי הבר-זית בשלב קריטי "לפני ההמראה" ומשאירה את רישומה בהמשך הסוקצסיה בשלטון יותר ממושך של אלת המסטיק, כאשר רק 40 שנה לאחר הפסקת הרעייה מגיע בר-זית גבוה לשליטה.

איור 1.4. דוגמאות לתחזיות מסימולציה עם מודל שלב ב' לגבי דינמיקה של צומח (% כיסוי של מצבי צומח באתר) בטיפולים שונים. סדרה א: לחץ רעייה משתנה של עזים, מצב התחלתי - גריגה טיפוסית לרמת הנדיב.

א. לחץ רעייה 0

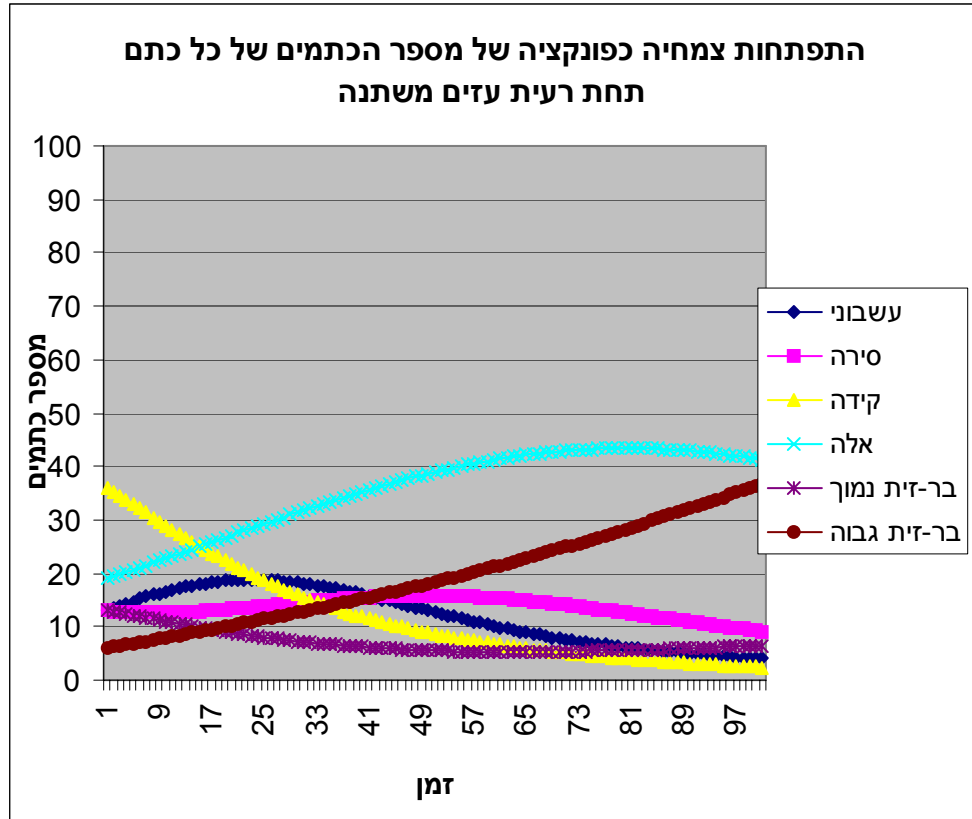


לחץ רעייה: 0

מקרה זה הוא בעצם מצב של טיפול ביקורת, כאשר אין שום הפרעה במשך 100 שנים.

במצב זה אנו רואים את התפתחות/התפשטות הכתמים לפי סדר סוקצסיוני; מספר כתמי העשבוני והסירה יורדים, מספר כתמי הקידה עולה קלות בשנים הראשונות ואז יורד, מספר כתמי האלה עולה, מספר כתמי הבר-זית הגבוה עולה בהתמדה, גם מהתפשטות וגטיבית של פרטים של בר-זית גבוה, וגם ממעבר של פרטים שנובע מההגדרה של בר-זית נמוך לבר-זית גבוה. בגלל השינוי בהגדרות אלה העליה במספר כתמי הבר-זית הנמוך מאוד נמוכה, בסה"כ, אך יש כל הזמן תחלופה בין הפרטים.

ב. לחץ רעית עזים 0.5 (מתון)



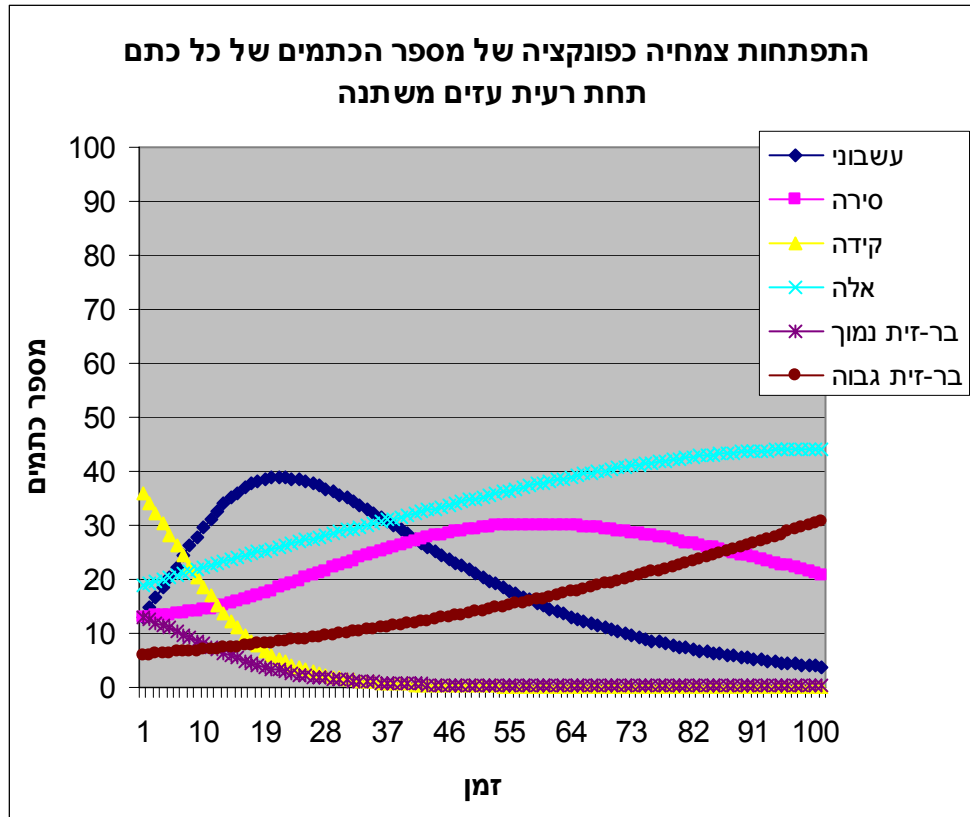
לחץ רעיה 0.5

זהו מקרה של לחץ רעיה בינוני. במקרה זה יש ירידה במספר כתמי הבר-זית הנמוך, כיוון שהעזים אוכלות אותו, אך לא באופן מוחלט. העזים אינן מגיעות לגובה של הבר-זית הגבוה ולכן מספרו גדל - מהתפשטות וגטטיבית שהוא מכסה את השטח.

הסירה מתפתחת יותר לאט, העזים לא אוכלות סירה אלא רק בשלבים הרגישים של עלים צעירים או נבטים צעירים. אך בסה"כ העזים לא מפריעות לה להתפשט, מה שכן מונע את ההשתלטות של הסירה זה התחרות עם מינים אחרים, אפילו הבר-זית הנמוך והקידה שאינם מפנים את השטח.

האלה גם היא מתפשטת כיוון שהעזים לא נוגעות בה. הקידה בירידה כיוון שהעזים אוכלות את העלים הירוקים והצעירים של הקידה (וגטטיבית "זוללות" את התרמילים עם הזרעים ולכן אין התפתחות מזרעים). כיוון שזהו רק לחץ בינוני הקידה לא נעלמת לגמרי אך נשארת על ערך נמוך. העשבוניים בהתחלה בעליה קלה בעקבות השטח שהתפנה מהבר-זית הנמוך ובעיקר מהקידה, אח"כ הם בירידה כיוון שהכתמים האחרים מתפתחים על חשבונם וסוגרים את השטח.

ג. לחץ רעית עזים 1 (חזק - מירבי)



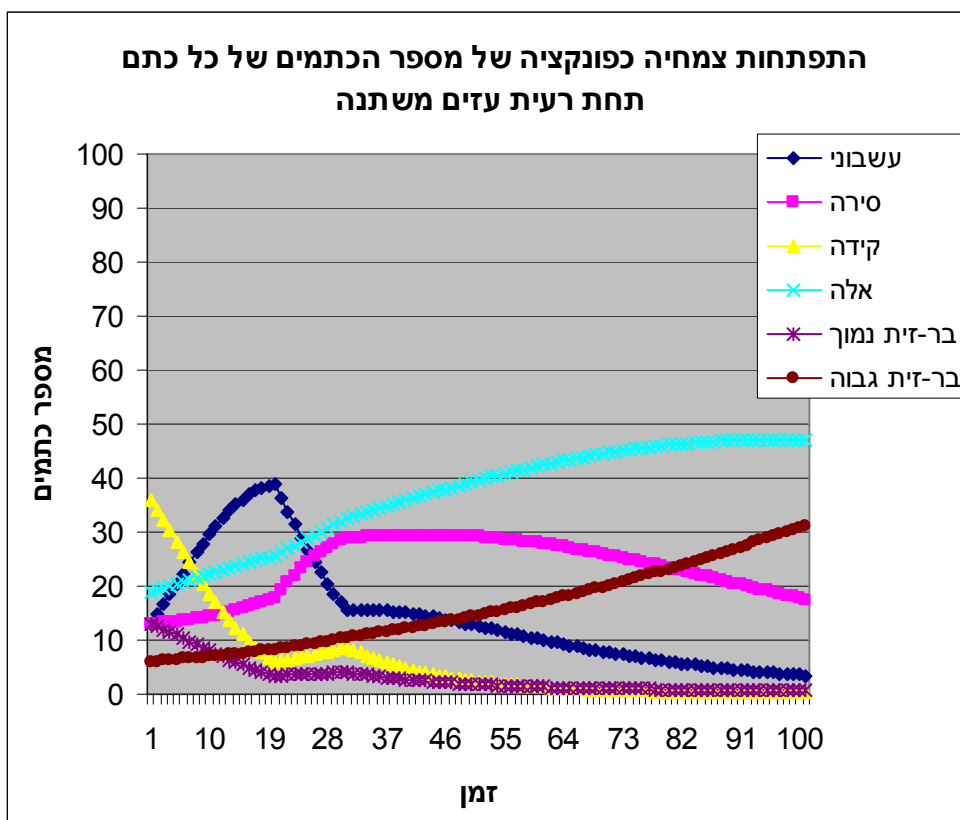
לחץ רעיה 1

זהו מקרה של לחץ רעיה חזק (מקסימלי). במקרה זה יש ירידה במספר כתמי הבר-זית הנמוך, כיוון שהעזים אוכלות אותו ומקטינות את השטח שכל פרט תופס. העזים אינן מגיעות לגובה של הבר-זית הגבוה ולכן מספרו גדל - מהתפשטות וגטטיבית שהוא מכסה את השטח.

הסירה מתפתחת יותר לאט, העזים לא אוכלות סירה אלא רק בשלבים הרגישים של עלים צעירים או נבטים צעירים. אך בסה"כ העזים לא מפריעות לה להתפשט, אלא להיפך, כיוון שהעזים מצמצמות את השטח של הבר-זית הנמוך והקידה, מתפנה שטח שאוות הסירה תופסת.

האלה גם היא מתפשטת כיוון שהעזים כמעט ולא נוגעות בה. הקידה בירידה כיוון שהעזים אוכלות את העלים הירוקים והצעירים של הקידה (וגטטיבית "זוללות" את התרמילים עם הזרעים ולכן אין התפתחות מזרעים). העשבוני בהתחלה בעליה בעקבות השטח שהתפנה מהבר-זית הנמוך ובעיקר מהקידה, אח"כ הם בירידה כיוון שהכתמים האחרים - בעיקר הבר-זית הגבוה והאלה מתפתחים על חשבונם וסוגרים את השטח.

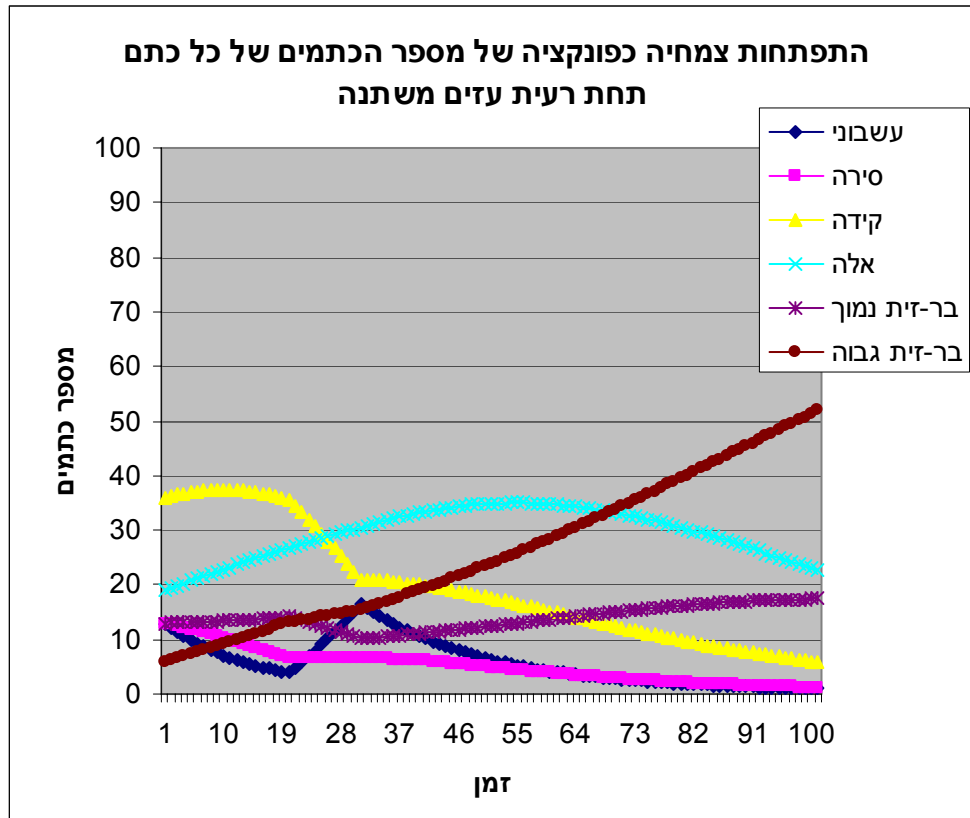
ד.לחץ רעיה מרבי מלבד 10 שנים ללא רעיה כלל



רעיה מקסימלית מלבד 10 שנים ללא רעיה כלל

במקרה זה יש רעיה מקסימלית בשטח, מלבד תקופה של עשר שנים בין השנה ה-20 לשנה ה-30 שאין רעיה כלל. את השינויים במגמה של הצמחייה רואים בברור בגרף. 10 שנים ללא רעיה מאפשרות לצומח להתאושש, ולשנות את כיוון הדינמיקה של הצומח. כתמי הקידה עולים במספר, כתמי העשבוני יורדים, הבר-זית הנמוך מתחיל להתאושש ואף לעלות במספר. אך כיון שמדובר בתקופה של 10 שנים בלבד מתוך 100, בסה"כ, כאשר אנו מסתכלים מה קרה כעבור 100 שנה לא רואים הבדל לעומת 100 שנות רעיה חזקה רצופה, יתכן וזה גם בגלל הזמן הרב שעבר מאז השנה האחרונה של הרעיה (שנה 30) ולנקודת סיום הסימולציה, 70 שנה מאוחר יותר.

ה. לחץ רעיה מקסימלי במשך 10 שנים בלבד



לחץ רעיה מקסימלי ל 10-שנים בלבד

במקרה זה השטח היה ללא רעית עזים, והוכנסו עזים לתקופה של 10 שנים מהשנה ה-20 ועד השנה ה-30, בלחץ מקסימלי. השפעת העזים היתה מיידית; מספר כתמי העשבוני עלה (במקום לרדת) וקצב הצימוח של הכתמים האחרים גם כן השתנה. אפשר לראות על הגרף את השינוי החד במגמה של הגרפים בתקופת הרעיה. רעיה חזקה במשך 10 שנים משאירה את רשמיה גם כעבור 40 שנה. יש פחות כתמים של בר-זית גבוה, יש יותר כתמים של אלה, לסירה יש נוכחות גם בשנה 70 (ללא רעיה הסירה נעלמת כעבור 30 שנה).

סדרה ב: דינמיקה של צומח ממצבים התחלתיים היפותטיים שונים

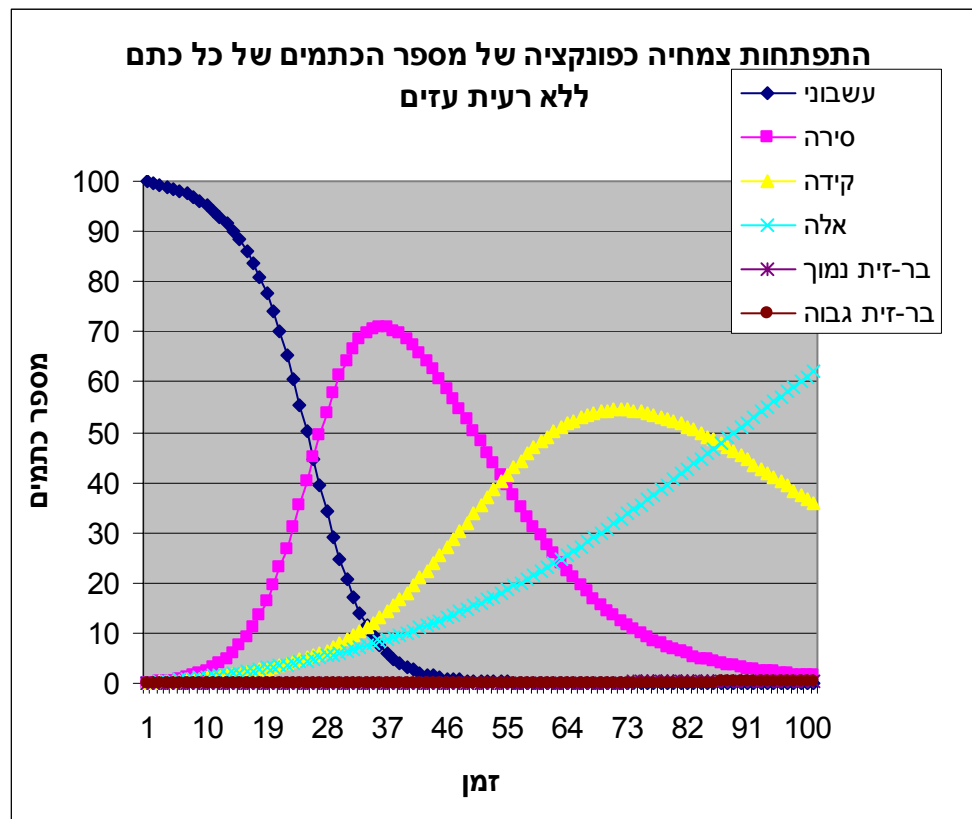
חידוש עיקרי במודל שלב ב' היתה התלות של הסתברות המעבר של כתם למצב צומח כלשהו במספר (או אחוז) הנוכחי של כתמים באותו מצב באתר, המבטאת את מגבלות קצב ההתפשטות של צמח אם באופן וגטיבי או באמצעות זרעים (במודל מארקוב הבסיסי ובמודל א' שלנו הסתברויות המעבר לא היו תלויות במצב הצומח הנוכחי). שינוי זה בהנחה הבסיסית השפיע כמובן במידה רבה על הדינמיקה של הצומח. כדי לבחון את השלכותיו בצורה שיטתית, נערכה סדרה של הרצות עם מצבים התחלתיים היפותטיים קיצוניים, שונים מן מצב הצומח הנפוץ ברמת הנדיב שנבדק קודם (איור 1.5, א-ג).

כאשר מצב הצומח ההתחלתי הוא 100% כיסוי עשבוני (לדוגמה שטח חקלאי נטוש), קצב המעבר של כתמים לכל יתר מצבי הצומח מוגבל (לפחות בתחילה) ע"י קצב ההגעה של זרעים וההתבססות של זרעים (איור 1.5.א). המודל צופה דינמיקה איטית ומדורגת, כאשר סירה קוצנית מתחילה להשתלט לאחר כ-20 שנה ומגיעה לשיא בשנה 40, ורק אחרי שנה 50 מתחיל תהליך דומה עם קידה שעירה ואלת המסטיק. בר-זית נשאר בכיסוי נמוך במשך 100 שנה מכיוון שהתפשטותו ע"י זרעים מעטה ביותר. כאשר המצב ההתחלתי כולל 15% כיסוי סירה קוצנית (מצב אופייני לטרסות קטנות נטושות) מתרחש תהליך דומה אך כל השלבים מוקדמים בכ-20 שנה (איור 1.5.ב).

מה מתרחש כאשר מצב הצומח ההתחלתי הוא עשבוני בעיקרו, עם כתמים מועטים של המינים המעוצים פרט לקידה, וכאשר מופעל לחץ רעייה חזק של עיזים? המודל חוזה שקצב הכניסה של זרעי קידה יהיה איטי מכדי לאפשר את התבססות הקידה תחת רעייה חזקה (איור 1.5.ג). הצומח יישאר במשך עשרות שנים רבות במצב של עשבוניים ו/או סירה, תוך התפשטות איטית של אלת המסטיק ושל בר-זית גבוה, אליו לא מגיעות העיזים.

איור 1.5. דוגמאות לתחזיות מסימולציה עם מודל שלב ב' לגבי דינמיקה של צומח (% כיסוי של מצבי צומח באתר) בטיפולים שונים. סדרה ב: מצבים התחלתיים היפותטיים שונים בהרכב הצומח.

א. בזמן 0: 100% כיסוי של עשבוניים, ללא הפרעות



מצב התחלתי: רק עשבוניים

מקרה זה מתחיל בשנה 0 במצב שיש אך ורק עשבוניים. (לדוגמא מצב של שטחי חקלאות נטושים).

במצב זה כל ההתפתחות של מיני צמחים נוספים, מקבוצות אחרות תלוי בזרעים שמגיעים מחוץ לאתר, ורק אח"כ תופסים שטח על חשבון העשבוניים. התפתחות מיני הצמחים תלויה בלחץ הרעה:

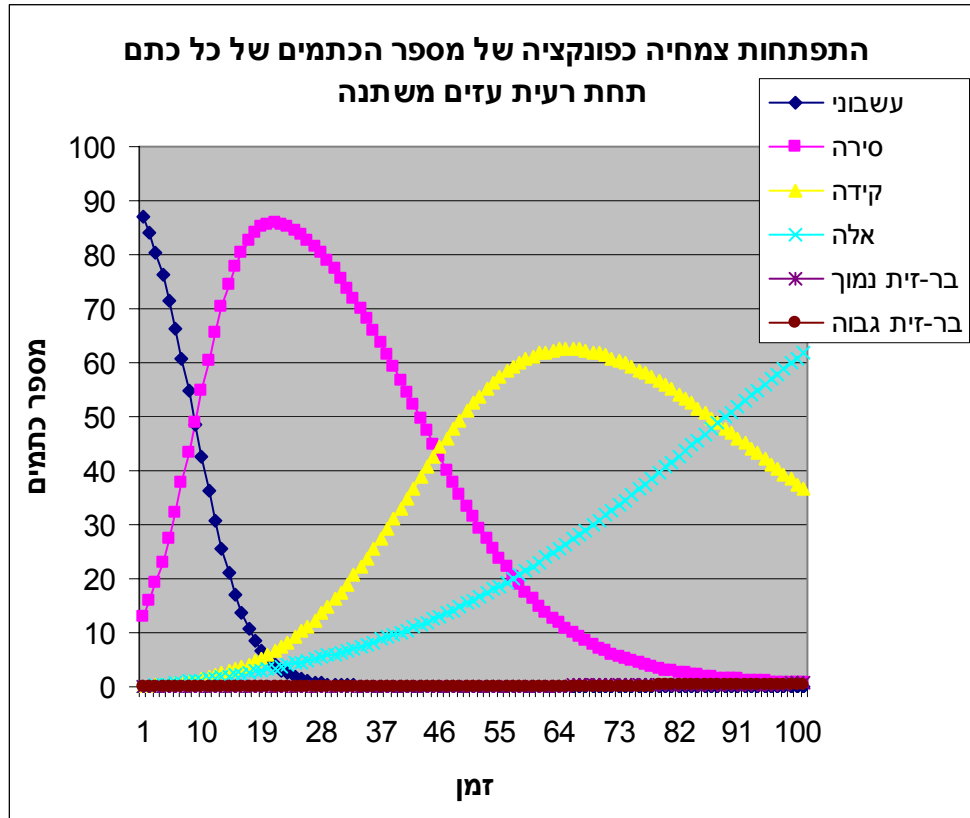
במקרה של לחץ רעה חזק $=1$ העשבוניים נשארים הרבה זמן בשטח, לאט לאט נוספים כתמי סירה ואח"כ גם האלה. יש התפתחות כמעט אפסית של בר-זית ושל קידה. העזים לא נותנות לנבטים להתפתח ולתפוס כתם של שטח.

במקרה שאין רעה ($=0$) לחץ רעה) יש התפתחות של כל המינים, לפי סדר סוקצסיוני, בהתאם לתכונות הביולוגיות של כל מין של הפצת זרעים, הגעת זרעים מחוץ לאתר, והתפתחות והתפשטות מזרעים.

במקרה זה יש ב 20-שנים הראשונות שליטה של עשבוניים, אח"כ נכנסת הסירה, ואח"כ הקידה והאלה, כשהאלה מתפשטת ושולטת כעבור 100 שנה. הבר-זית נשאר בערכים נמוכים בגלל יכולת הפצת הזרעים מבחוץ הנמוכה שלו, וכמו כן התפשטות מזרעים

נמוכה) לבר-זית יכולת גבוהה של התפתחות וגטיבית, אך זה לא בא לידי ביטוי בטיפול זה.

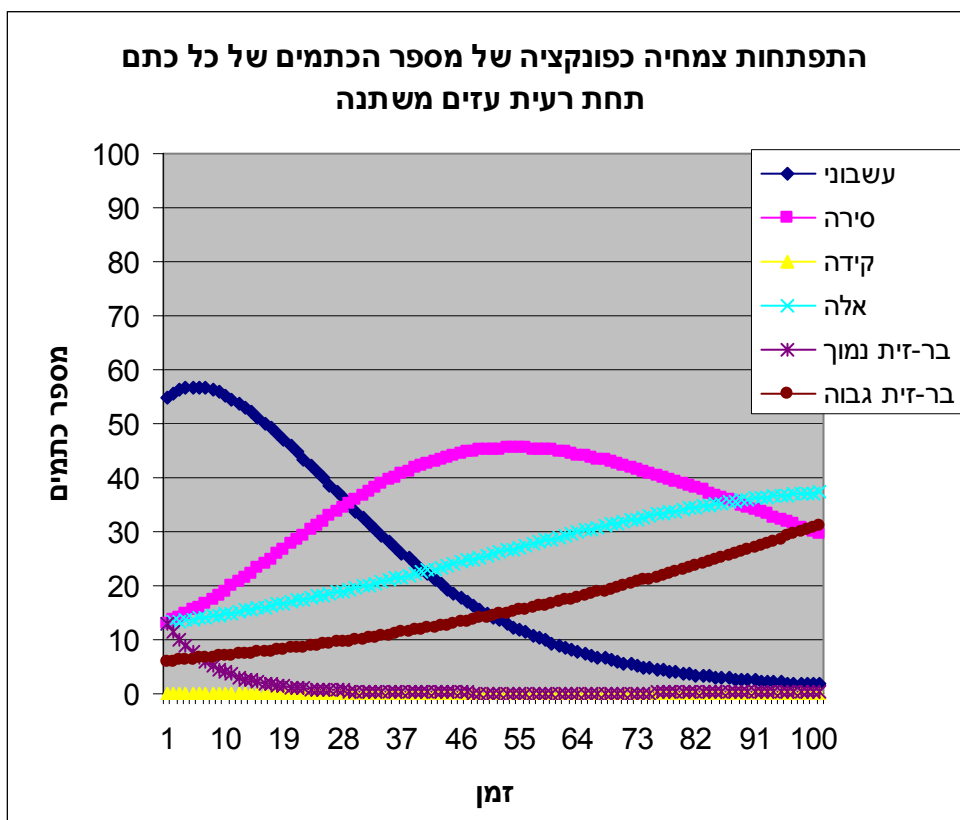
ב. בזמן 0: רק עשבוניים וסירה, ללא הפרעות



רק עשבוניים וסירה

מקרה זה מתחיל בשנה 0 במצב שיש נוכחות רק של עשבוני וסירה. כאשר בשנה 0 יש בעיקר עשבוניים ומעט סירה, מהר מאוד הסירה גוברת בתחרות על העשבוניים ומשתלטת על השטח. כעבור 10-20 שנה יש כניסה של קידה שעירה ואלת המסטיק לשטח, שמשתלטות על השטח בהתאמה. רואים יפה בגרף את הדינמיקה והכיסוי המקסימלי של כל מין ומין וזאת כשיקוף/תוצאה ישירה של האופי הביולוגי של כל מין ומין ביכולת ההפצה, התבססות בשטח, ובתחרות מול המינים האחרים הקיימים בשטח. אפשר להסיק מגרף זה שכאשר בזמן 0 יש נוכחות של עשבוניים וסירה מועטה בלבד, התהליכים הסוקצסיוניים הם איטיים, דינמיים ומגיעים לשיווי משקל רק כעבור מאות שנים.

ג. אין קידה שעירה בזמן 0, רעיית עזים בלחץ מרבי



אין קידה

מקרה זה מתחיל בשנה 0 במצב שיש נוכחות של כל הקבוצות, מלבד קידה. באופן כללי יש התפתחות רגילה של כל המינים מלבד הקידה. הקידה נכנסת לאט לאט. קצב הכניסה שלה איטי כיוון שיתר הכתמים לא מאפשרים לה כמעט להתפשט. יש לקידה תחרות חזקה שהיא צריכה לעמוד בה כדי להתבסס ובנוסף יש רעיית עזים בשטח שיכולות לאכול את הקידה בשלביה הצעירים, כאשר העלים רכים ואין קוצים, וכמובן הן אוכלות תרמילים ופוגעות ביכולת ההפצה. הבר זית והאלה מהווים תחרות קשה לקידה הלא מבוססת, וגם הסירה המבוססת לא מוותרת בקלות על מעמדה. אפשר לומר שכאשר יש כיסוי של מינים חזקים בשטח, ללא הפרעות ש"פותחות" את השטח, הקידה לא מצליחה להתבסס.

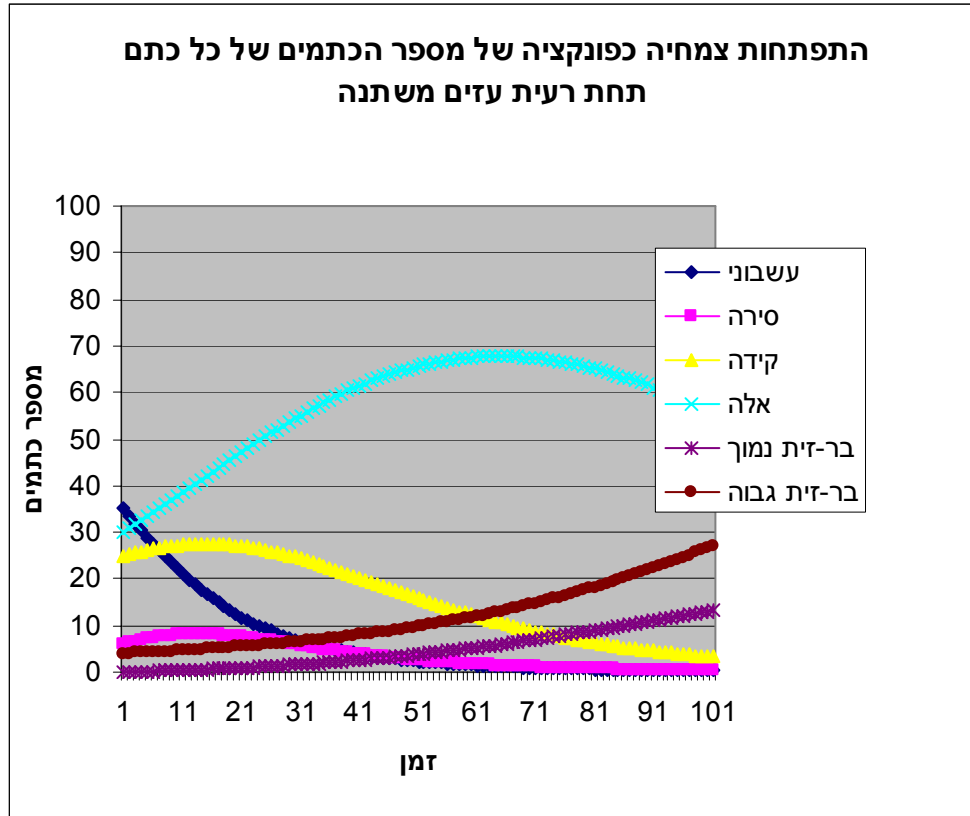
סדרה ג: דינמיקה של צומח ממצבים התחלתיים מדודים של אתרים ספציפיים ברמת הנדיב

המצב ההתחלתי של האתר בסידרה זאת נלקח מתוך תצפיות שנמדדו ברמת הנדיב במרץ 2003. מדדנו שטחים בגודל 10x10 מטר. 3 שטחים שונים באזור החיץ, 1 אזור ביקורת-ללא הפרעות ו-1 אזור עם גריגה שנשרף לפני כ-20 שנה והיה עד היום עם רעיית בקר נמוכה עד זניחה. את המודל הרצנו במשך 100 שנה, מנקודת הזמן של מרץ 2003 ללא רעיה, במטרה לענות על השאלה – כיצד ייראו שטחים אלה ברמת הנדיב בעוד 100 שנה (או פחות) אם נפסיק בהווה את רעיית הבקר שקיימת כיום בשטח. המודל בסדרה זו מתנהג באותו אופן כפי שמתואר לעיל. תוצאות המודל חוזות שבאזור החיץ, בשלושת השטחים, תהיה סגירה של השטח. כעבור בערך 20 שנה, כיסוי העשבונים נמוך מאוד והופך לשולי בדינמיקת הצומח. בתחילה משתלטת הקידה השעירה, ואח"כ משחקים בדינמיקה הקידה השעירה, אלת המסטיק, בר-זית נמוך ובר-זית גבוה. גודל התפקיד, ז"א הכיסוי היחסי משתנה בין שלושת השטחים, תלוי במיוחד בכיסוי השטח בזמן 0 (בהווה) של קבוצת הצומח הרלוונטית. כעבור 100 שנה השטח נהיה סבוך עם צמחייה מעורבת של בר-זית גבוה, בר-זית נמוך, אלת המסטיק, קידה שעירה ביחסים שונים, עם נוכחות זניחה של סירה קוצנית. אזור הביקורת של אזור החיץ – ז"א אזור ללא דילול בשנות ה-90, וללא רעיה כלל, בהווה (זמן 0) סבוך. יש כיסוי כמעט שווה של קידה שעירה, אלת המסטיק ובר-זית נמוך, ליתר קבוצת הצומח יש נוכחות מינימלית. המודל חוזה שכעבור 100 שנה ללא הפרעות רוב השטח – למעלה מ-70% יהיה מכוסה בבר-זית גבוה. נצפה גם לקצת בר-זית נמוך וקצת אלת מסטיק. הצומח בשטח ימשיך להיסגר ולגבוה.

בשטח הגריגה שנשרף לפני כ-20 שנה, ללא רעיה, המודל חוזה השתלטות של אלת המסטיק, תוך כדי העלמות שטח העשבונים, עם עליה איטית מאוד של בר-זית גבוה ונמוך. ללא רעיית עזים ועם נוכחות נמוכה של בר-זית, הקידה השעירה נשארת בשטח לכמה עשרות שנים והדינמיקה שלה איטית.

איור 1.6. דוגמאות לתחזיות מסימולציה עם מודל שלב ב' לגבי דינמיקה של צומח (% כיסוי של מצבי צומח באתר) בטיפולים שונים. סדרה ג: מצבים התחלתיים של חלקות ניסוי אמיתיות ברמת הנדיב שנמדדו ב-2003.

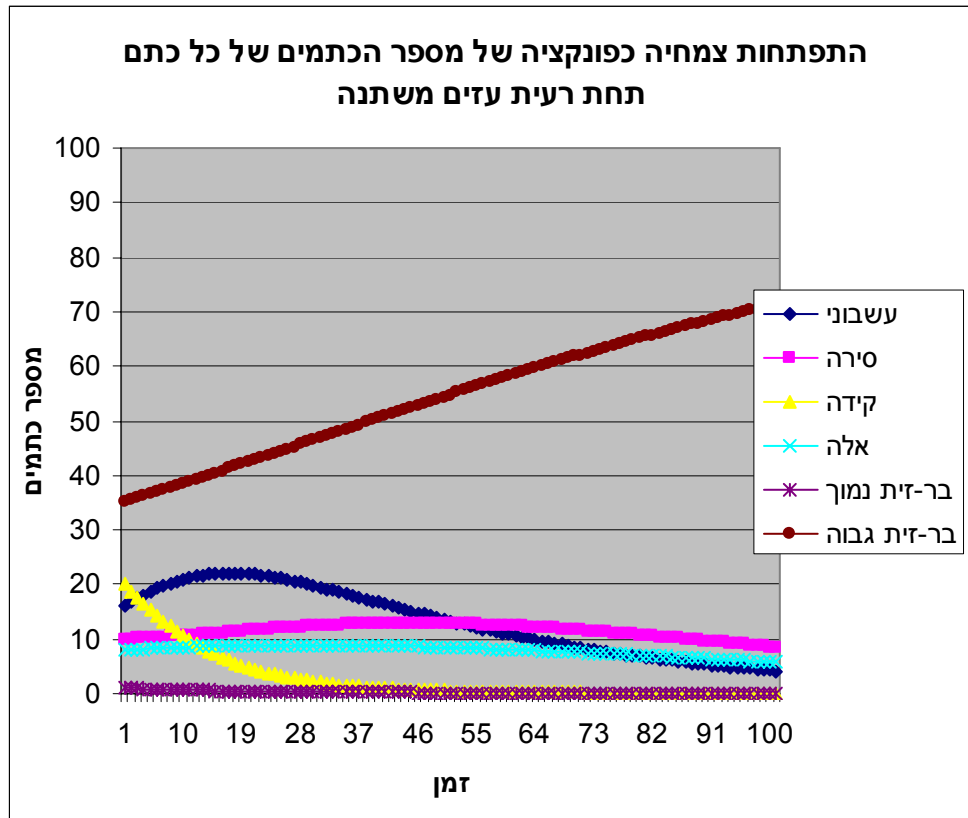
א. חלקה ממזרח לשביל ישראל, גריגה פתוחה



גריגה ממזרח שביל ישראל

בזמן 0 מספר הכתמים נקבע לפי תצפית באזור הביקורת ליד שביל ישראל מתאריך 17/3/03 :
 בזמן 0 יש 25 כתמי קידה, ולכן לוקח הרבה זמן לקידה להיעלם (אחרי 50 שנה יש עדין 15 כתמים של קידה).
 בגלל שבשנה 0 מספר כתמי הבר-זית מסתכם ב, 4 -יש עליה איטית במספר הכתמים, והאלה היא זו שתופסת את רוב השטח.
 שטח זה ללא רעיה או הפרעה אחרת לצומח יהיה סגור תוך 20 שנה (10% עשבוני ו 7% סירה בלבד).

ב. חלקה ממערב לשביל ישראל – חורש גבנה

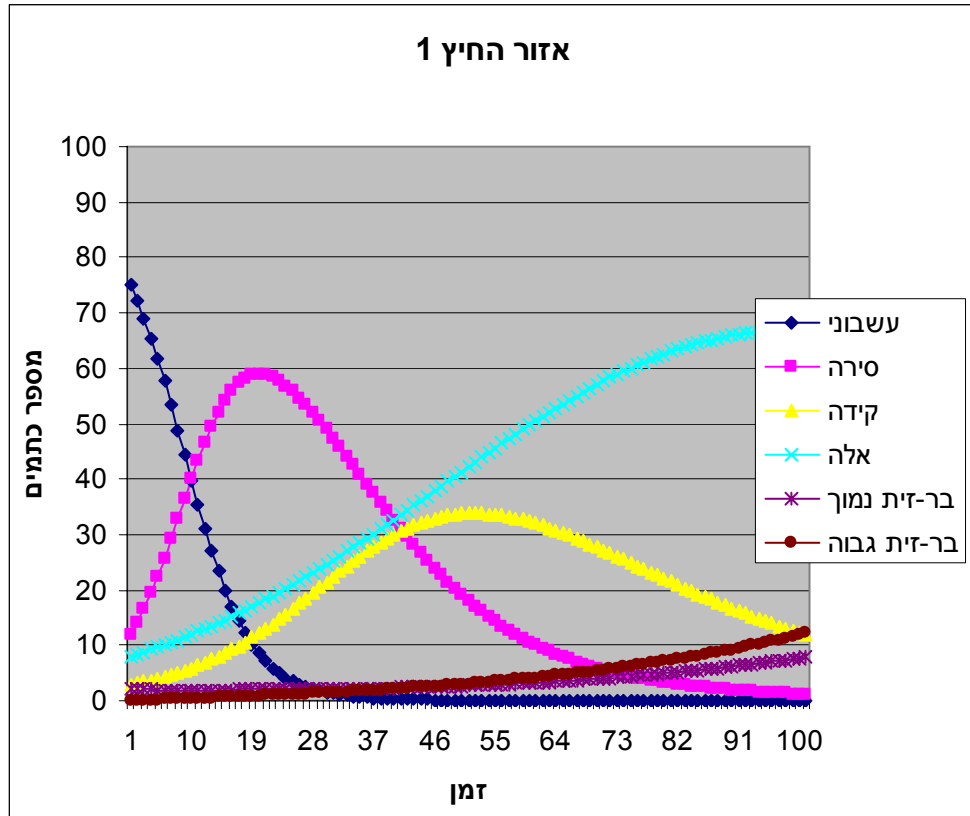


חורש ממערב לשביל ישראל

בזמן 0 מספר הכתמים נקבע לפי תצפית באזור הביקורת ליד שביל ישראל
מתאריך: 17/3/03 :

בהרצה זו אפשר לראות שכבר בשנה 0 יש 35 כתמים של בר-זית גבוה שנמצא מעבר לגובה האכילה של העזים, לכן גם כאשר הרעיה היא מקסימלית, הבר זית הגבוה מתפשט ללא הגבלה וכעבור 100 שנה הוא תופס 70% מהשטח. הבר-זית הנמוך נשאר מדוכא ולא מתווספים כתמים נוספים) העזים אוהבות לאכול את הבר-זית הנמוך. (ביתר הכתמים יש הבדלים קלים בין רעיה מקסימלית ורעיה מינימלית, אך הכל בטווח של 0-15% כיוסי.

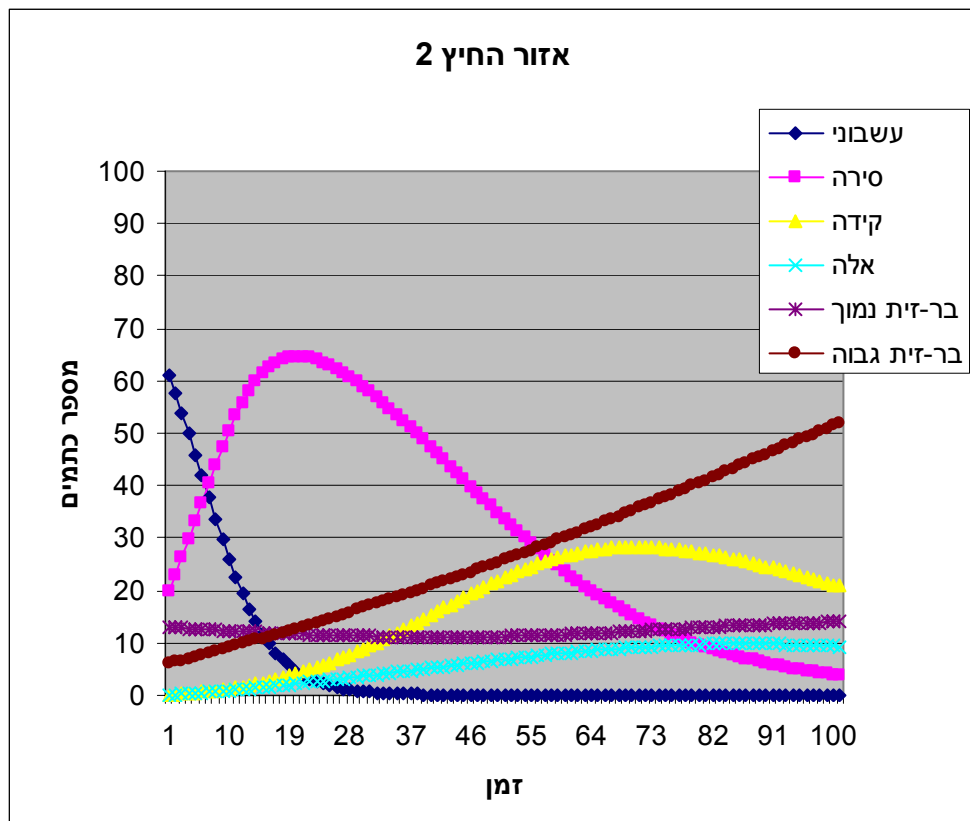
ג. אזור החיץ: שטח שטופל בכריתה ורעיית בקר – הפסקת רעייה - דוגמא 1



אזור החיץ 1- הפסקת רעייה

בזמן 0 מספר הכתמים נקבע לפי תצפית באזור החיץ מתאריך . 23/3/03 : בהרצה זו אפשר לראות שאם תפסק הרעייה תהיה התפתחות של כל קבוצות הצמחים על חשבון קבוצת העשבוניים. תוך 10 שנים הסירה תתפשט ותכסה 43% מהשטח, תוך 20 שנה יעלמו כמעט כל כתמי העשבוני בעיקר לטובת כתמים של סירה, אלה וקידה. ההתפתחות של הבר-זית איטית בגלל הנוכחות הנמוכה שלו בשנה 0. רק כעבור 70 שנה יהיו 10 כתמי בר-זית סה"כ (בר זית גבוה ונמוך ביחד).

ד. אזור החיץ: שטח שטופל בכריתה ורעיית בקר – הפסקת רעייה -דוגמא 2



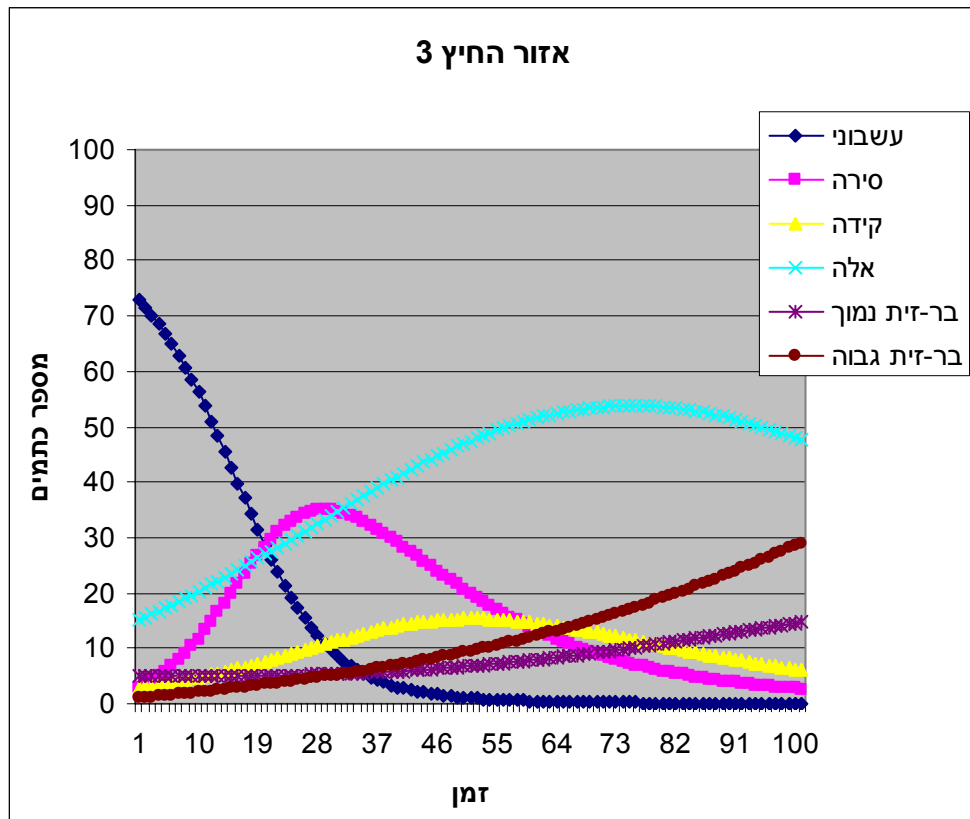
אזור החיץ - 2 הפסקת רעייה

בזמן 0 מספר הכתמים נקבע לפי תצפית באזור החיץ מתאריך . 8/3/03 : בהרצה זו אפשר לראות שאם תפסק הרעייה תהיה התפתחות של כל קבוצות הצמחים על חשבון קבוצת העשבוניים. כעבור 20 שנים הסירה תתפשט ותכסה כמעט 65% מהשטח! תוך 20 שנה יעלמו כמעט כל כתמי העשבוני בעיקר לטובת כתמים של סירה ובר-זית .

למרות שבשנה 0 אין בכלל כתמים של קידה ואלה, כיוון שיש מינים אלה באתרים סמוכים, תהיה התפשטות של אלה וקידה לתוך האתר הזה. כעבור 15 שנה יהיו 3 כתמים של קידה ו 2 כתמים של אלה, כעבור 30 שנה יהיו 10 כתמים של קידה ו 4 כתמים של אלה.

בזכות הנוכחות הגדולה של הבר-זית בשנה 0, הבר זית מתפשט במהירות ותוך 50 שנה יש כמעט 40% כיסוי של בר זית) גבוה ונמוך. (אם לא יהיה שינוי בטיפול בשטח, ולא תהיה שריפה אז אנו נקבל כעבור 100 שנה שליטה של בר-זית גבוה, אך יהיה יצוג כמעט של כל הקבוצות, מלבד קבוצת העשבוניים שנעלמת כבר תוך 30 שנה.

ה. אזור החיץ: שטח שטופל בכריתה ורעיית בקר – הפסקת רעייה -דוגמא 3



אזור החיץ 3- הפסקת רעייה

בזמן 0 מספר הכתמים נקבע לפי תצפית באזור החיץ מתאריך . 10/3/03 : בהרצה זו אפשר לראות שאם תפסק הרעייה תהיה התפתחות של כל קבוצות הצמחים על חשבון קבוצת העשבוניים. תוך 25 שנים הסירה תתפשט ותכסה 35% מהשטח, תוך 40 שנה יעלמו כמעט כל כתמי העשבוני בעיקר לטובת כתמים של סירה ואלה. הסירה לא תופסת כ"כ הרבה שטח כמו באתרים 1 ו 2 כנראה בגלל הנוכחות הגדולה של האלה, שבגלל הכיסוי ההתחלתי הגבוה שלה, היא זו שתופסת את רוב השטח על חשבון העשבוניים, והיא, להבדיל מהסירה נשארת שנים רבות) כעבור 100 שנה יש עדיין כיסוי של קרוב ל 50% אלה!

הקידה נשארת בכיסוי נמוך יחסית) מגיעה מקסימום ל 15% כיסוי (וזו בגלל שהרעייה דיכאה אותה, בשנה 0 היו 3 כתמים של קידה, וכאשר נפסקה הרעייה, צמחים אחרים שהיתה להם נוכחות גדולה יותר התפשטו ו אח"כ לקידה היה קשה להתחרות בהם.

1.6. אימות ראשוני של המודלים

1.6.1 אימות ע"י מומחים

מטריצות הסתברויות המעבר של המודל וכן תחזיות של המודל לגבי הדינמיקה של הצומח ברמת הנדיב בעקבות טיפולים שונים, הוצגו למספר מומחים בעלי ידע וניסיון אקולוגי ברמת הנדיב ובשטחים דומים של צומח ים-תיכוני (פרופ' נועם זליגמן, ד"ר אבי פרבולוצקי, פרופ' זאב נאווה, ד"ר יוחאי כרמל). מומחים אלה נתנו הערכותיהם והשגותיהם בנוגע להתאמה הכמותית למציאות האקולוגית של ערכי ההסתברויות ותחזיות הדינמיקה. בהתאם לחוות דעתם תוקנו כמה מן הערכים של הסתברויות המעבר.

1.6.2 מדידות בשטח: כימות קצב הצמיחה של סירה קוצנית וקידה שעירה לאחר כריתה

שיטות

בנוסף לאימות איכותי ע"י הצגת תחזיות המודל למומחה (ר' למעלה שלב א'), נעשה ניסיון לכמת בשטח רמת הנדיב קצבים של תהליכי התפתחות הצומח המתוארים במודל. לא נמצאו ברמת-הנדיב נתונים היסטוריים מדויקים בשטח שיאפשר אומדן ישיר של הסתברויות המעבר ממצב צומח אחד לאחר ברמת הכתם, בהתאמה למודל. לעומת זאת אותרו, בעזרת עובדים ותיקים בפארק, מספר חלקות ניסויי ממשק, בהם נכרתו בבסיסם שיחים של קידה שעירה וסירה קוצנית במועדים שונים וידועים, בין 1993 ל-2003.

ביולי 2003 נמדדו ההיקף והגובה של 7 צמחי סירה (8 שנים לאחר הכריתה) ו-17 שיחי קידה (חצי שנה, שנה 8 שנים ו-10 שנים לאחר הכריתה) באותן חלקות. מנתונים אלה חושב קצב ההתפשטות הוגטיבית של השיחים.

תוצאות

סירה קוצנית

שיחים של סירה קוצנית הגיעו 8 שנים אחרי הכיסוח לגובה ממוצע של 64 ס"מ ולהיקף ממוצע של 372 ס"מ. מכאן חושב רדיוס של 59 ס"מ ושטח של 1.10 מ"ר לאחר 8 שנים. במקרה זה אין נתונים במועד ביניים כדי לבדוק האם קצב הצמיחה היה ליניארי בכל התקופה או מה היתה צורתו. בהנחה שקצב הצמיחה אכן היה ליניארי ב-8 השנים הראשונות מתקבל קצב התפשטות וגטיבית של 0.137 מ"ר לשנה לשיח יחיד.

קידה שעירה

שיחים של קידה שעירה הגיעו 10 שנים אחרי הכיסוח לגובה ממוצע של 140 ס"מ והיקף ממוצע של 348 ס"מ, כלומר רדיוס של 55 ס"מ ושטח של 0.96 מ"ר. בהנחה של חישוב ליניארי מתקבל קצב התפשטות וגטיבית של 0.096 מ"ר לשנה וקצב צמיחה לגובה של 14 ס"מ לשנה. בפועל, הנתונים מצביעים על צמיחה מהירה בשנה הראשונה, ולאחריה צמיחה איטית יותר. בשנה הראשונה לאחר הכיסוח הגיעו צמחי הקידה המתחדשים לגובה ממוצע של 55 ס"מ ולהיקף של 160 ס"מ, כלומר רדיוס של 25 ס"מ ושטח של 0.204 מ"ר. ב-9 השנים הבאות קצב ההתפשטות הממוצע היה רק 0.084 מ"ר לשנה לשיח של קידה.

נתונים אלה הם ראשוניים וחלקיים. יהיה צורך בעתיד לתכנן ולערוך מדידות נוספות משלימות, תוך ניצול חלקות ניסוי חדשות המוקמות כעת ברמת הנדיב.

פרק 2. הגדרה ואומדן של מוצרים ותועלות

2.1. אומדן ראשוני של מטריצת מצבי-צומח X תועלות ע"י מומחים

שיטות

נערכה רשימה של כל התועלות הקיימות והאפשריות (כלכליות, חברתיות ואקולוגיות) משטח המחקר. נבנה טופס שאלון המאפשר לרשום אומדנים לכל אחת מן התועלות מכל אחד ממצבי הצומח, ברמת הכתם או אתר בכיסויי אחיד (נספח 2). בנובמבר 2003 הוחל בהפצת השאלון למומחים שונים שיש להם ניסיון במחקר ברמת הנדיב או בצומח דומה. עד כה השאלון נשלח ל-45 מומחים.

תוצאות

התוצאות הראשוניות המוצגות כאן כוללות את התשובות שנתקבלו מ-22 מומחים, עד אמצע ינואר 2004. (טבלה 2.1, איורים 2.1-2.2).

הציונים הממוצעים הכוללים, על פני כל האנשים שהשיבו ועל פני כל מצבי הצומח, של התועלות השונות נעו סביב הערך 5 בסקלה של 0 עד 10 (טבלה 2.1). הציונים הממוצעים הכוללים הגבוהים ביותר ניתנו לתועלות מניעת סחף (7.7), איכות נוף חזותי (7.0), ערכיות לטיול (6.4), בית-גידול לחזירי-בר ולציפורי שיר (6.3), תרומה למי-תהום (6.2) ומרעה לעזים (6.2). הציונים הממוצעים הכוללים הנמוכים ביותר ניתנו לתועלות עץ לבניה ותעשייה (2.1), איסוף פטריות (3.5) ומניעת שריפות (4.1).

סטית התקן בין משיבים בציונים לכל סוג צומח, בממוצע על פני סוגי הצומח, היתה אחידה למדי בין תועלות ונעה סביב 2 יחידות סקלה. לעומת זאת, סטית התקן בין מצבי צומח בציונים הממוצעים על פני כל המשיבים, לא היתה אחידה בין תועלות ונעה בין 0.5 (תרומה למי-תהום) לבין 3.0 (ערכיות לפיקניק, עץ להסקה) יחידות סקלה. המקדם סטיית התקן בין מצבי-צומח / סטית התקן בין משיבים, לגבי כל תועלת, הוא אומדן ראשוני של יכולת הסקר להבחין בין מצבי הצומח השונים מבחינת תרומתם לתועלת זו, בהתחשב בשונות בין המשיבים (בציונים שנתנו לכל מצב צומח) (טבלה 2.1). ערכים נמוכים ביותר למקדם זה נמצאו לגבי התועלות: תרומה למי-תהום (0.24), צמחי תבלין ורפואה (0.30), ומניעת סחף (0.42). ערכים נמוכים-בינוניים (בתחום 0.5-0.7) נמצאו לגבי התועלות בית-גידול לבעלי-חיים (רוב הקבוצות), מניעת שרפות, מגוון גאופיטים, מרעה לעזים וייצור דבש. לגבי תועלות אלה אפשר שאי-הסכמה או אי-ודאות בין המשיבים תקשה על דירוג מצבי הצומח מבחינת תרומתם, על סמך סקר המומחים בלבד. תיבחן האפשרות לשקלל את ציוני המשיבים לכל תועלת בהתחשב במידת ההתמחות הספציפית של המשיב לגבי תועלת זו. לחילופין, מסתמנת העדיפות לערוך אומדנים ישירים בשטח (במידת האפשר) של אותן תועלות אשר לגביהן השונות בין ציוני המומחים גדולה מאשר השונות בין מצבי הצומח. לגבי שאר התועלות, ערכו של המקדם סטיית התקן בין מצבי-צומח / סטית התקן בין משיבים היה קרוב ל-1 או גדול מ-1, ואפשר להסיק כי סקר המומחים נותן הבחנה עקבית בין מצבי הצומח מבחינת תרומתם לתועלות אלה.

טבלה 2.1. מדדים סטטיסטיים ממוצעים של ציוני 20 תועלות עיקריות (0-10) בסקר המומחים (N=22).

תועלת	מוצע כולל	ס"ת בין משיבים	ס"ת בין מצבי-צומח	ס"ת מצבים/ ס"ת משיבים
מוצרים כלכליים				
מרעה לבקר	5.01	2.04	2.05	1.00
מרעה לעזים	6.17	1.98	1.36	0.68
מרעה לכבשים	4.59	2.22	2.10	0.94
עץ להסקה	4.73	1.98	3.04	1.54
עץ לבנייה ותעשייה	2.09	1.67	2.72	1.63
דבש	4.64	2.20	1.54	0.70
צמחי תבלין ורפואה	4.44	2.77	0.84	0.30
פטריות	3.51	2.34	1.65	0.71
שרותים סביבתיים				
מי-תהום	6.25	2.08	0.49	0.24
מניעת סחף	7.71	1.70	0.71	0.42
מניעת שרפות	4.05	2.24	1.20	0.54
קיבוע פחמן	6.28	1.49	1.43	0.96
תועלות חברתיות				
ערכיות לפיקניק	5.19	1.64	3.02	1.85
ערכיות לטיול	6.38	1.91	1.98	1.04
איכות נוף	6.97	1.66	1.58	0.95
מגוון צמחים				
מגוון עשבונים	5.31	1.95	1.75	0.90
מגוון גיאופיטים	5.58	2.08	1.05	0.50
מגוון מטפסים	4.91	2.11	2.36	1.12
בית-גידול לבעלי-חיים				
צבאים	5.45	2.16	1.49	0.69
איילים	5.46	2.25	1.47	0.65
חזירי בר	6.33	2.42	1.27	0.53
ציפורי שיר	6.26	2.12	1.47	0.70
דוגרי קרקע	4.50	2.49	1.70	0.68
עופות דורסים	4.86	2.73	1.54	0.56
מכרסמים	6.05	2.06	1.03	0.50
זוחלים	5.96	1.93	1.08	0.56
פרפרים	5.34	1.96	1.54	0.79

הציונים הממוצעים לכל התועלות בכל מצבי הצומח מוצגים באיור 2.1. הגובה הכולל של העמודה בכל מצב צומח מבטא את סכום הציונים הממוצעים על פני כל התועלות. אין לייחס משמעות רבה מדי לסכום זה כקריטריון ממשקי, שכן אי אפשר להניח מראש שהתועלת הכללית מהשטח שווה לסכום כל התועלות (בסקלה 0-10) וגם לא שכל התועלות שוות בחשיבותן למנהלי השטח. אפשר רק לראות, כי ציונים גבוהים בתועלות רבות ניתנו ליער אלון תבור ולצומח עשבוני, ולאחריהם ליער מעוצב של אלון מצוי ובר-זית. ציונים נמוכים ברוב התועלות ניתנו לסירה קוצנית ולקידה שעירה.

בבחינת התפלגות הציונים הממוצעים בין מצבי צומח, לכל תועלת בנפרד, מסתמנות מספר מגמות עקביות ובחלקן צפויים (איור 2.2.א). צומח עשבוני קיבל את הציון הגבוה ביותר למרעה לבקר, כבשים ועזים, ולאחריו יער אלון תבור. תצורות החורש של אלון מצוי ובר-זית קיבלו ציונים בינוניים ואילו סירה, קידה ואורן קיבלו את הציונים הנמוכים ביותר למרעה. עם זאת, תצורות השיחים וחורש קיבלו ציונים גבוהים יותר למרעה לעזים מאשר למרעה לבקר וכנשים.

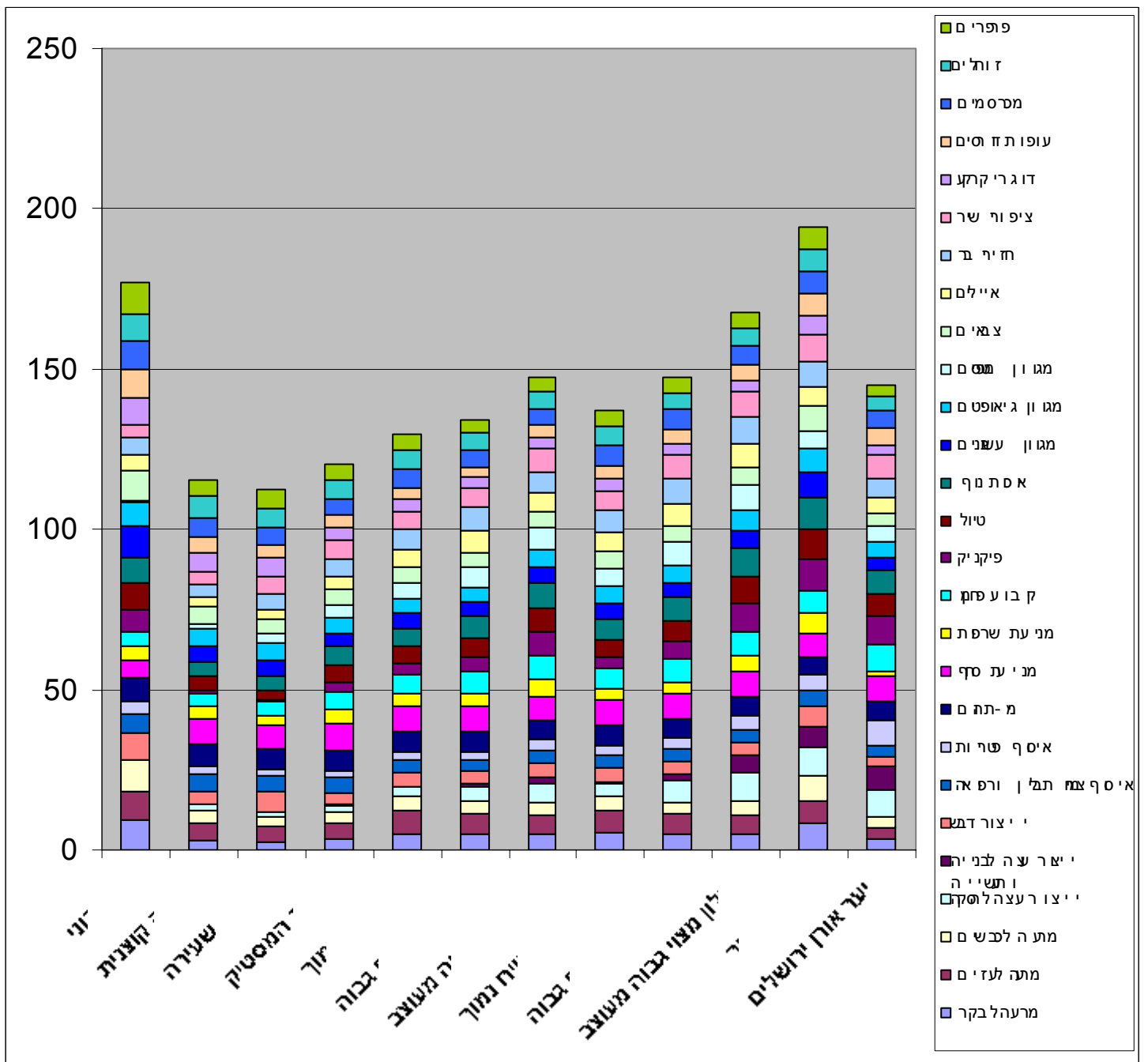
יערות של אורן ואלון קיבלו את הערכים הגבוהים ביותר לייצור עץ לתעשייה ולהסקה, ואילו תצורות החורש והגריגה קיבלו ציון בינוני לעץ להסקה בלבד. בייצור דבש ניתנו בממוצע ציונים גבוהים ביותר לצומח העשבוני, ואחריו ליער אלון תבור ולקידה שעירה. לגבי איסוף צמחי רפואה ותבלין מסתמנת בממוצע מגמה של ציונים גבוהים מעט יותר לצומח פתוח (עשבוני, סירה וכו') מאשר לצומח סגור (חורש ויער). מגמה הפוכה מסתמנת בציונים שניתנו למצבי הצומח לגבי איסוף פטריות, כאשר הציון הגבוה ביותר ניתן ליער אורן ירושלים.

הבחנה חדה בין מצבי הצומח התקבלה בציונים (הסובייקטיביים-אישיים) שנתנו המומחים לתועלת "ערכיות לפיקניק" (איור 2.2.ב). יערות של אלון התבור, אלון מצוי ואורן ירושלים קיבלו בממוצע ציונים מרביים (~9), ולאחריהם צומח עשבוני (6). סירה קוצנית וקידה שעירה קיבלו ציונים נמוכים ביותר (~1). התפלגות דומה אך פחות קיצונית בין מצבי הצומח התקבלה לגבי התועלות "ערכיות לטיול" ו"איכות נוף חזותית", כאשר יערות אלון וצומח עשבוני מובילים בציונים בתועלות אלה.

באומדנים של מגוון המינים של קבוצות צמחים, הציונים הגבוהים ביותר במגוון עשבוניים ניתנו כמובן לכתמי הצומח העשבוני ולאחריו לאלון התבור. לגבי מגוון גאופיטים הסתמנה המגמה דומה, אך ההבחנה בין מצבי הצומח פחות ברורה. לעומת זאת האומדן הממוצע של מגוון המטפסים עלה בעקביות מצומח עשבוני וסירה לכיוון תצורות החורש והיער.

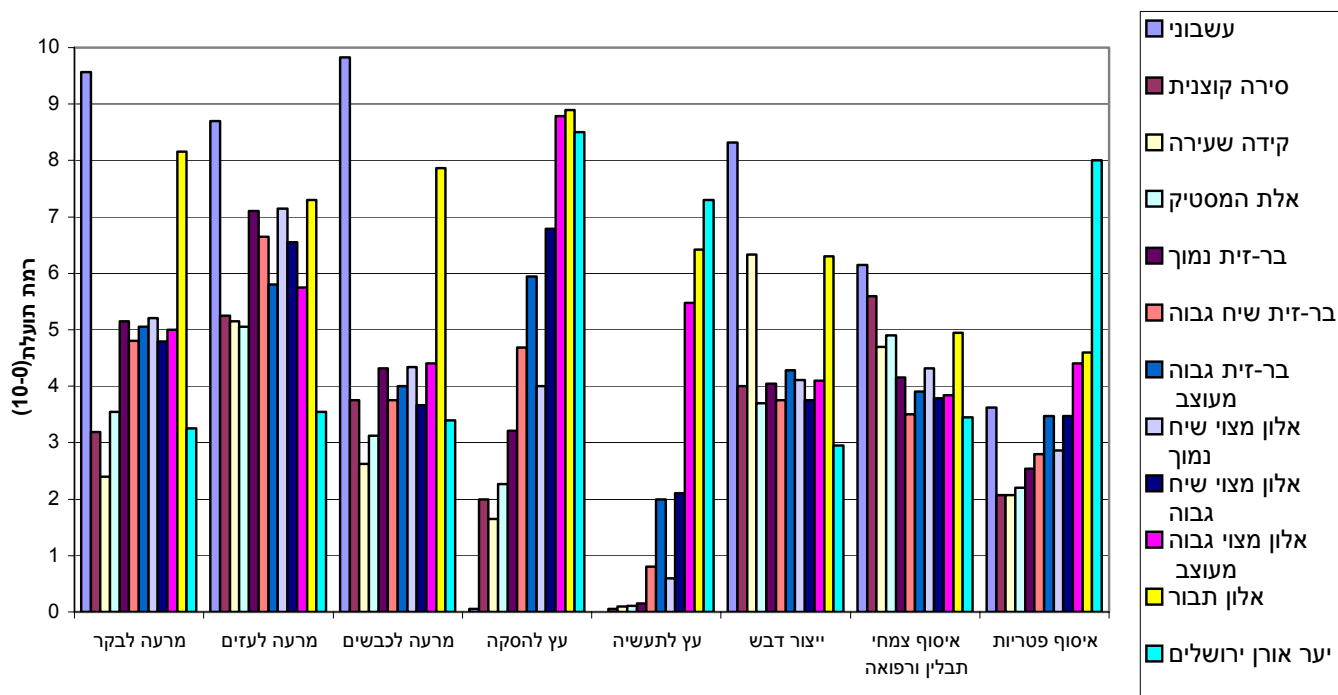
הבקשה לתת אומדנים יחסיים של תרומת מצבי הצומח השונים לבית הגידול (מזון+ מחסה) לקבוצות שונות של בעלי-חיים גרמו להתלבטות אצל רוב המשיבים, וחלקם לא השיבו לחלק זה של השאלון. עובדה זו משקפת בחלקה את המחסור בידע, במחקרים וסקרים שבהם נבדקו נושאים אלה, ובחלקה את מורכבות השאלה: הצורך לשקלל בין תרומת מרכיב צומח למזון ותרומתו למחסה, וכאשר מדובר בקבוצת בעלי-חיים, בין מינים שמעדיפים בתי-גידול שונים. למרות קשיים אלה, מסתמנת מתוצאות הסקר הסכמה בין המומחים כי כתמי הצומח העשבוני תורמים תרומה גבוהה ביותר לצבאים, דוגרי קרקע ועופות דורסים, ואילו לתצורות החורש והיער הטבעי למיניהן תרומה רבה יותר לאיילים, חזירי-בר וציפורי-שיר (במידה ואינן דוגרות קרקע). (איור 2.2.ג).

איור 2.1. ציונים ממוצעים (0-10) של 20 תועלות עיקריות לפי 12 מצבי צומח. הציר האנכי – סכום הציונים על פני כל התועלות.

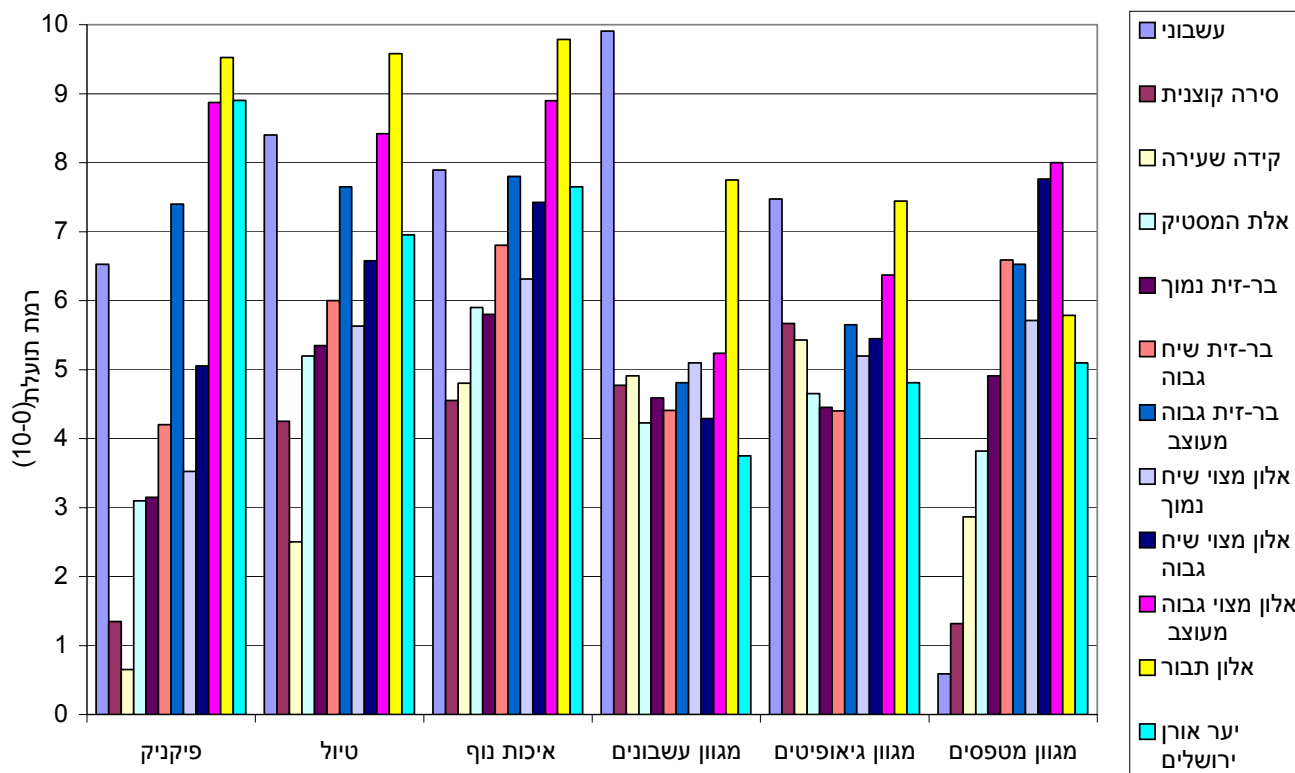


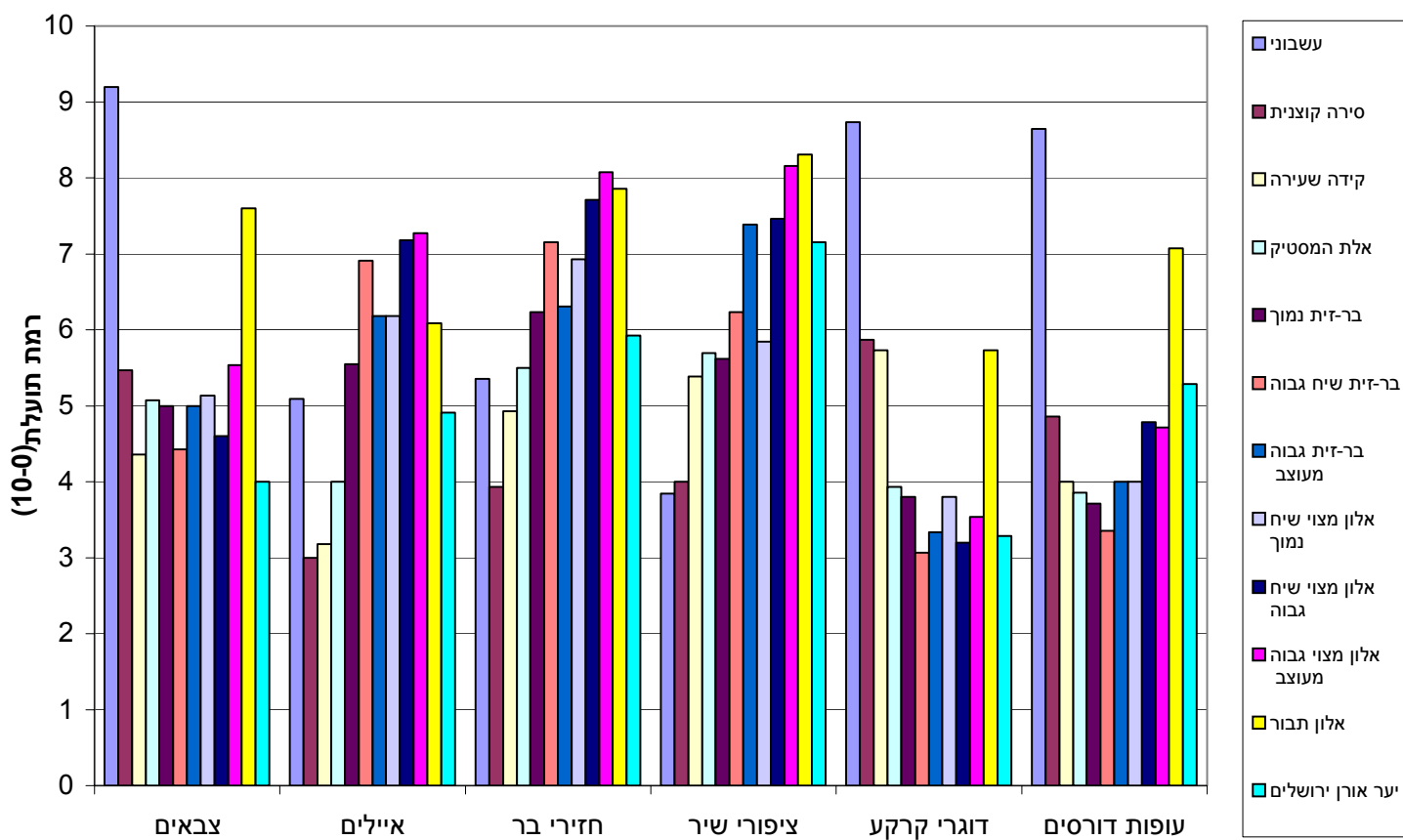
איור 2.2. התפלגות ציונים ממוצעים בסקר המומחים על פני מצבי צומח. א. מספר תועלות כלכליות-חקלאיות (מוצרים). ב. מספר תועלות חברתיות-סביבתיות ומגוון מינים של קבוצות צמחים. ג. בית-גידול לקבוצות של חיות-בר.

א



ב





2.2 . מדידת תועלות בשטח: מגוון גיאופיטים

בתקופה זו התמקדנו במדידת שתי תועלות לדוגמה, אחת מהן ביולוגית-אקולוגית (מגוון מיני גאופיטים, ברובם בעלי פרחים יפים) והשניה חברתית (העדפות של מטיילים לגבי נופי צומח שונים).

מטרה: להשוות את ההרכב ועושר המינים של גאופיטים בשטחים עם הרכב שונה של צומח (כיסוי מצבי צומח) כתוצאה מהיסטוריה שונה של ממשק.

שיטות העבודה:

הסקר נערך בחודשים מרץ-אפריל 2003 בפארק רמת הנדיב, בשני אתרים:

1. אזור החיץ בגבול הפארק עם זכרון-יעקב, בו הושו 3 חלקות שקיבלו מאז 1992-94 טיפול אינטנסיבי של כריתה ודילול השיחים ורעיית בקר בלחץ חזק מאד לתקופה קצרה באביב (חלקות CG), לעומת 3 חלקות ביקורת סמוכות שלא קיבלו טיפול כזה (חלקות B). בחלקות המטופלות היה כיסוי גבוה בהרבה של עשבונים וסירה קוצנית ונמוך יותר של אלת המסטיק ובר-זית, לעומת חלקות הביקורת (נספח 6).

2. ליד שביל ישראל מדרום-מערב לגן יד-הנדיב. הושו שני שטחים סמוכים משני צידי הדרך (BF, F). שני השטחים נשרפו ב-1980 אך יש הבדל ברור בכיסוי ובגובה של בר-זית בין שני השטחים, כנראה בגלל בית הגידול או ההיסטוריה הקדמת של השטח (נספח 6).

יחידת הדגימה הבסיסית היתה אתר בצורת ריבוע בגודל 10 x 10 מטר שנבחר באקראי בשטח עם הטיפול המתאים. המדידות נערכו בזוגות של אתרים שנדגמו באותו יום (או ימים סמוכים) בשטחים סמוכים: אתר אחד בשטח של צומח פתוח יחסית (F, CG) ואתר אחד בשטח סגור יותר (BF, B). בסה"כ אספנו נתונים מ 12 זוגות אתרים (9 באזור החיץ, 3 ליד שביל ישראל) ובסה"כ 24 אתרים. בכל אתר נאמד בעין % הכיסוי של כתמים במצבי הצומח העיקריים: פתוח-עשבונים, סירה קוצנית, קידה שעירה, אלת המסטיק, בר-זית נמוך (>1.50 מ'), בר-זית גבוה (איור 2.3). הכיסוי של מינים מעוצים משניים (אשחר, לוטם) נאמד בנפרד אך צורף לצורך הניתוח למצבי צומח דומים מבחינת המבנה והגובה.

בכל אתר נספרו כל פרטי הגאופיטים שראינו, לפי מינים ולפי מיקומם בכתמים של מצבי הצומח השונים. הנתונים הוקלדו ונערך ניתוח סטטיסטי בשתי רמות של פירוט מרחבי:

1. רמת האתר (ריבוע 10X 10 מ'): בדיקת ההשפעה של הבדלים בהרכב הכיסוי הצמחי (% כיסוי של מצבי צומח), כתוצאה מהיסטוריה שונה של האתר, על עושר המינים ומספר הפרטים של גאופיטים.

2. רמת הכתם (מיקרו-בית-גידול) המוגדר ע"י הצמח השולט: השוואת הצפיפות למ"ר של גאופיטים בכלל ושל מינים נבחרים בין כתמים במצבי צומח שונים.

תוצאות

רמת האתר

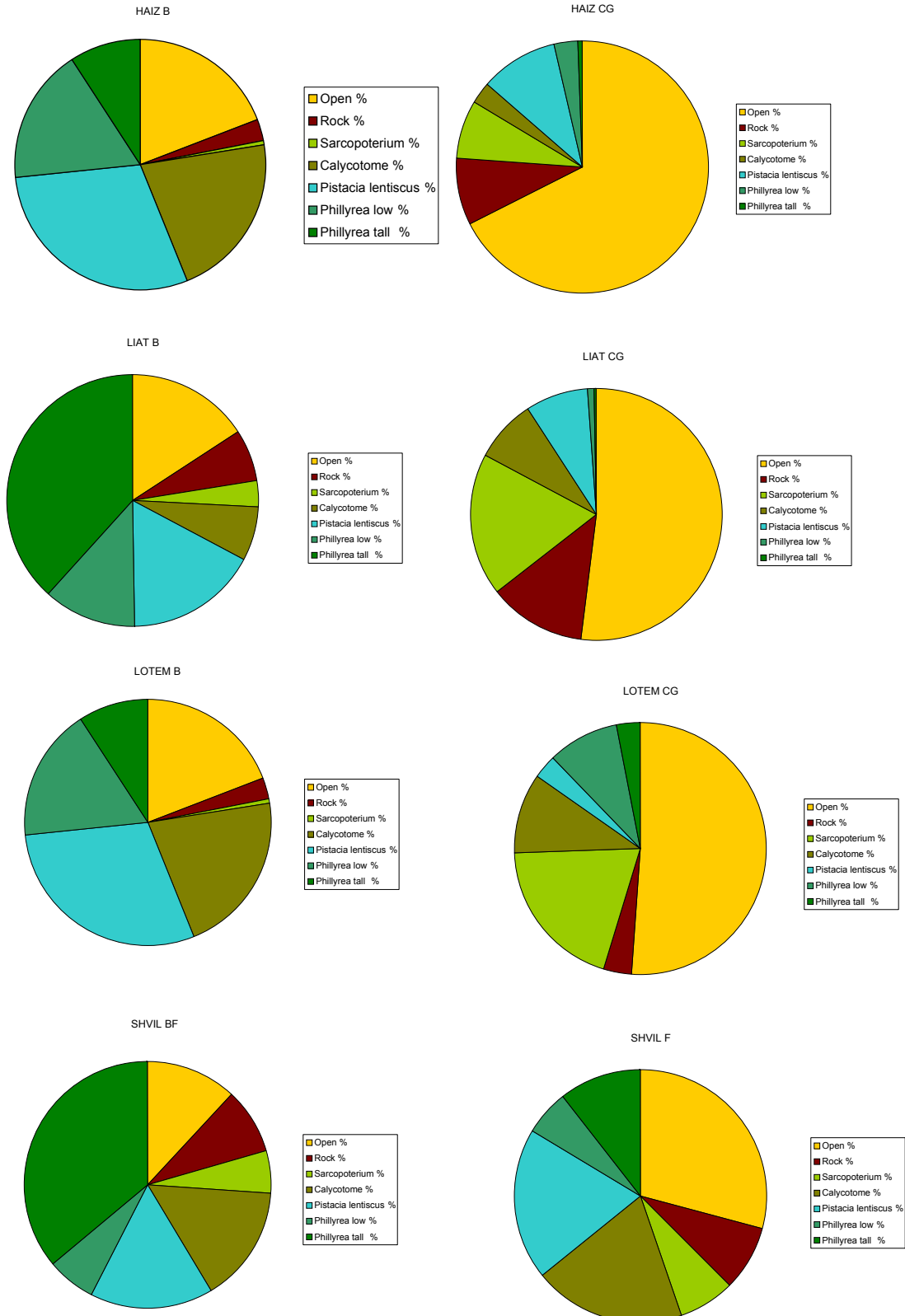
מספר הפרטים הכללי של גאופיטים באתר היה בקורלציה חיובית מובהקת עם הכיסוי של השטח הפתוח המכוסה בצומח עשבוני ללא מעוצים, וכן עם כיסוי הסירה הקוצנית, ועם סכום הכיסוי של שטח פתוח + סלעים, ושטח פתוח + סלעים + סירה (טבלה 2.2). הקשר בין שפע הגאופיטים לבין אחוז השטח הפתוח היה ליניארי בקירוב, כאשר הערכים ביותר נמצאו בחלקות באזור החיץ שעברו טיפול של כריתה ורעייה אינטנסיבית באביב (איור 2.4). מאידך, היתה קורלציה שלילית מובהקת בין מספר הפרטים של גאופיטים לבין הכיסוי הכללי של בר-זית. קורלציה שלילית חלשה יותר היתה עם הכיסוי של בר-זית נמוך וגבוה בנפרד ועם הכיסוי של אלת המסטיק.

עושר המינים של גאופיטים (מספר המינים השונים באתר של 10 X10 מ') הראה מגמות דומות בכיוון אך חלשות יותר וברובן לא מובהקות עם הכיסוי של מרכיבי הצומח השונים באתר (טבלה 2.2). הקשר בין עושר המינים לבין % השטח הפתוח הוא לא לינארי ומבוטא טוב יותר ע"י רגרסיה ריבועית (איור 2.5). עושר המינים עולה עם השטח הפתוח בשיפוע שהולך ומתמתן, מגיע למכסימום כאשר השטח הפתוח מהווה כ-40% מהאתר ומעבר לכך יורד באופן מתון. השפע (מספר הפרטים) של מינים אחדים של גאופיטים, ובמיוחד רקפת, עירית וכלנית, עלה באופן מובהק ($P < 0.001$) ככל שעלה % השטח הפתוח-עשבוני באתר (איור 2.6). השפע של סיפן התבואה הראה עליה דומה, אך פחות מובהקת ($P = 0.011$), עם הכיסוי של סירה קוצנית.

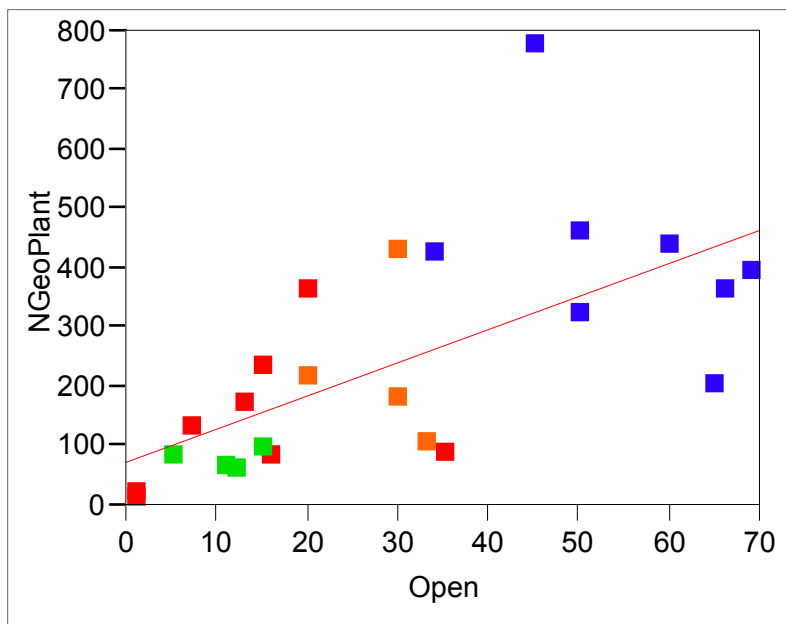
טבלה 2.2. מקדמי הקורלציה בין עושר המינים ומספר הפרטים הכולל של גאופיטים לבין הכיסוי של מצבי צומח שונים באתרים ($N = 24$). ערכים מודגשים היו מובהקים ($P < 0.05$).

% Cover of	All geophytes	
	Number of plants	Species richness
Open (herbaceous)	0.641	0.461
Rock	0.494	0.169
Sarcopoterium	0.667	0.469
Calycotome	-0.371	-0.204
Pistacia	-0.431	-0.213
Phillyrea - low	-0.431	-0.284
Phillyrea - tall	-0.440	-0.298
Phillyrea -total	-0.598	-0.401
Open + rock	0.689	0.455
Open+rock+Sarcopoterium	0.787	0.526

איור 2.3. התפלגות הכיסוי (%) של מצבי צומח בחלקות עם היסטוריה שונה ברמת הנדיב שנעשה בהן סקר הגאופיטים במרס 2003. באזור החיץ (6 העוגות העליונות): B – חלקות ביקורת ללא טיפול, CG – חלקות טיפול ללא טיפול, חלקות טיפול כריתת שיחים + רעיית בקר מרוכזת. ליד שביל ישראל (2 העוגות התחתונות): B – חלקת חורש גבוה, BF – חלקת גריגה פתוחה.

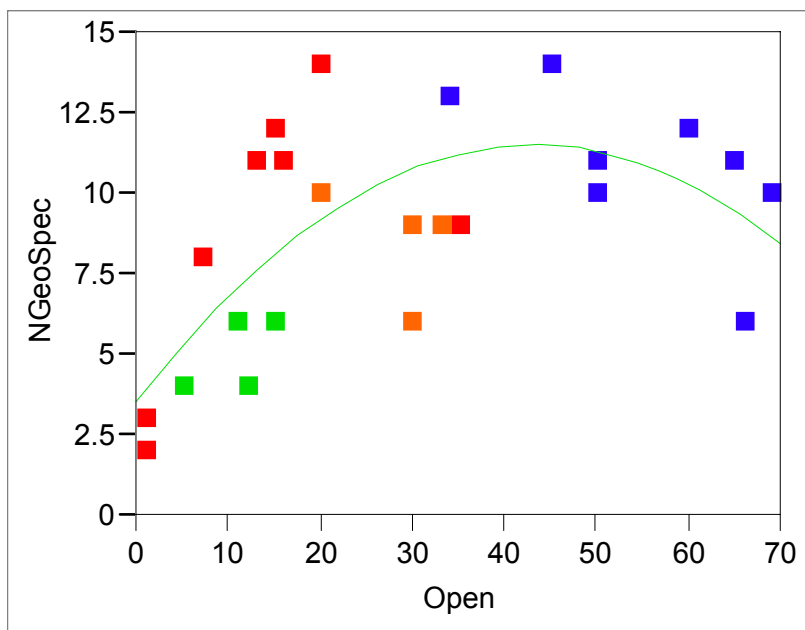


איור 2.4. מספר הפרטים כולל של גאופיטים בחלקות סקר (100 מ"ר) ביחס ל-% השטח הפתוח (צומח עשבוני). מתחת לציור, משוואת הרגרסיה ונתוני מובהקות.



$$\text{NGeoPlant} = 74.8 + 5.56 \text{ Open} \quad P=0.0007, R^2 \text{ adjusted} = 0.384$$

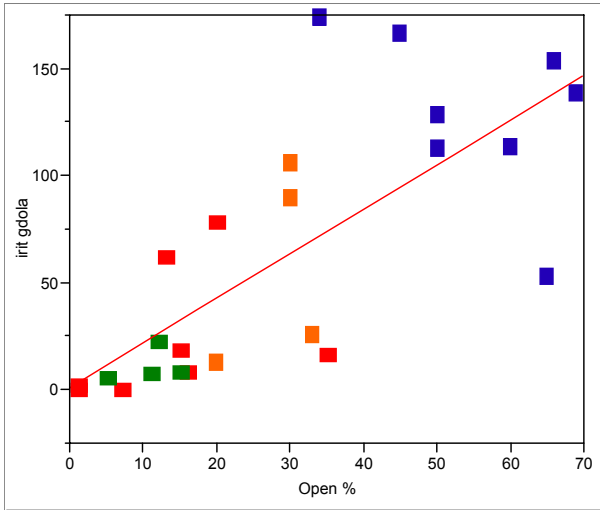
איור 2.5. עושר המינים של גאופיטים בחלקות סקר (100 מ"ר) ביחס ל-% השטח הפתוח (צומח עשבוני). מתחת לציור, משוואת הרגרסיה ונתוני מובהקות.



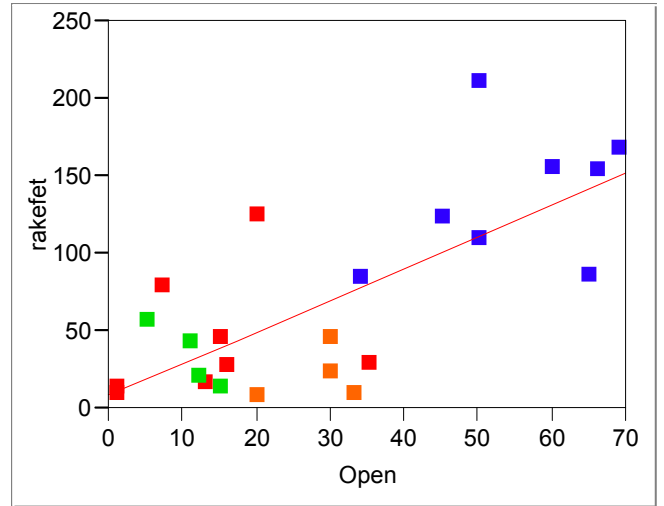
$$\text{NGeoSpec} = 7.2 + 0.119 \text{ Open} - 0.0043 (\text{Open} - 29.3)^2$$

$$P(\text{linear})=0.0006, P(\text{quadratic})=0.0058; R^2 \text{ adj.} = 0.177$$

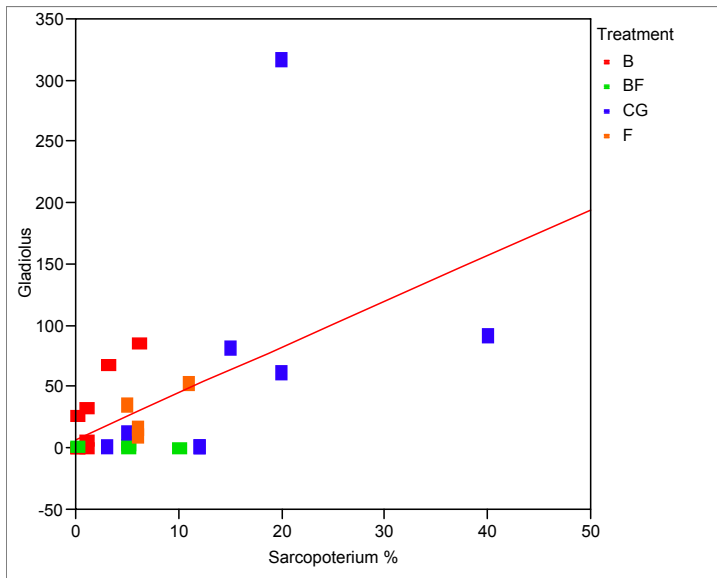
איור 2.6. מספר הפרטים של מיני גאופיטים שונים בחלקות סקר (100 מ"ר) ביחס ל-% השטח הפתוח (עירית גדולה, רקפת מצויה, כלנית מצויה) וביחס ל-% הכיסוי של סירה קוצנית (סיפן התבואה). מתחת לציור, משוואת הרגרסיה ונתוני מובהקות.



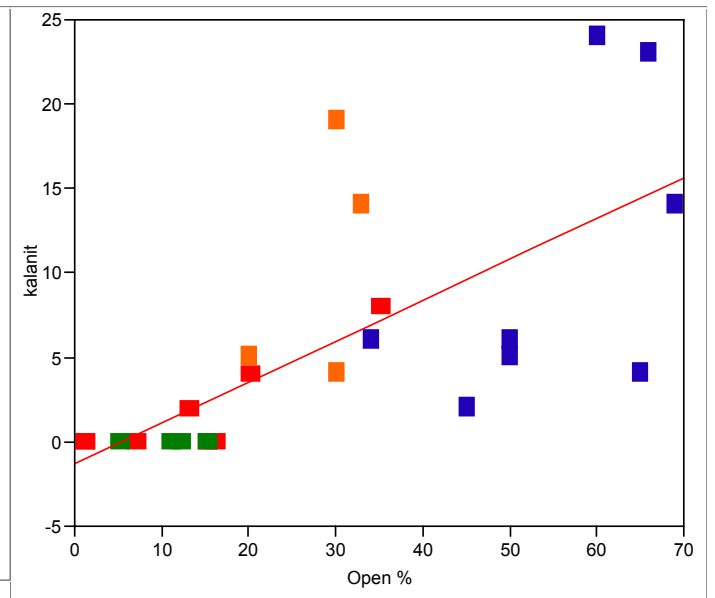
Irit gdola = 1.37 + 2.07 Open %
 P < .0001; R2 adj. = 0.536



Rakefet = 8.74 + 2.04 Open;
 P < .0001; R2 adj. = 0.516



Seyfan = 7.7951162 + 3.7321776 Sira %
 P = 0.0113 R2 adj. = 0.224



Kalanit = -1.214627 + 0.2406131 Open %
 P = 0.0002 R2 adj. = 0.457

ניתוח צפיפות הגאופיטים בכתמים (בסדר גודל של 1 מ"ר) של מיקרו-בתי-גידול המוגדרים לפי מצבי צומח סיפק מידע יותר ישיר ויותר מדויק במרחב (לעומת רמת האתר) על תרומת מצבי הצומח השונים לחברת הגאופיטים. לצורך הניתוח נכללו כתמים של עשבוניים, סלעים ושוליהם וכן שוליים של שיחים (מחוץ לצמרת השיח) בקטגוריה אחת: שטח פתוח (+סלע).

הצפיפות הכוללת של כל הגאופיטים נבדלה באופן מובהק ביותר ($P < 0.0001$) בין 5 מצבי צומח (טבלה 2.3). הצפיפות בשטח הפתוח (כ-5 פרטים למ"ר) היתה גבוהה במובהק לעומת כל מצבי הצומח השיחיים (איור 2.7.א). ההבדלים בצפיפות הגאופיטים בין 4 בתי-הגידול השיחיים לא היו מובהקים (במבחן $P > 0.05$ Tukey), למרות שלכאורה הצפיפות הממוצעת בתוך שיחי סירה קוצנית ואלת-המסטיק היתה גבוהה מאשר בתוך שיחי קידה שעירה ובר-זית.

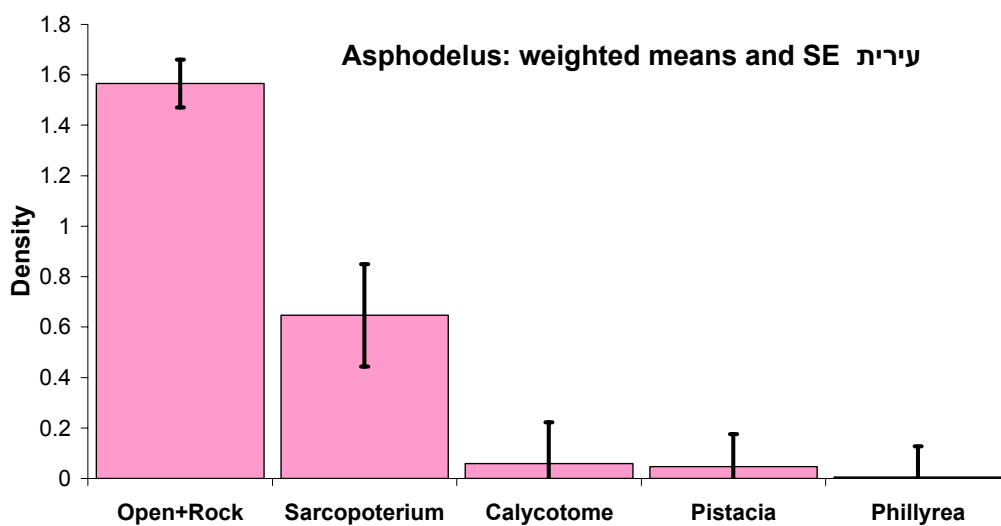
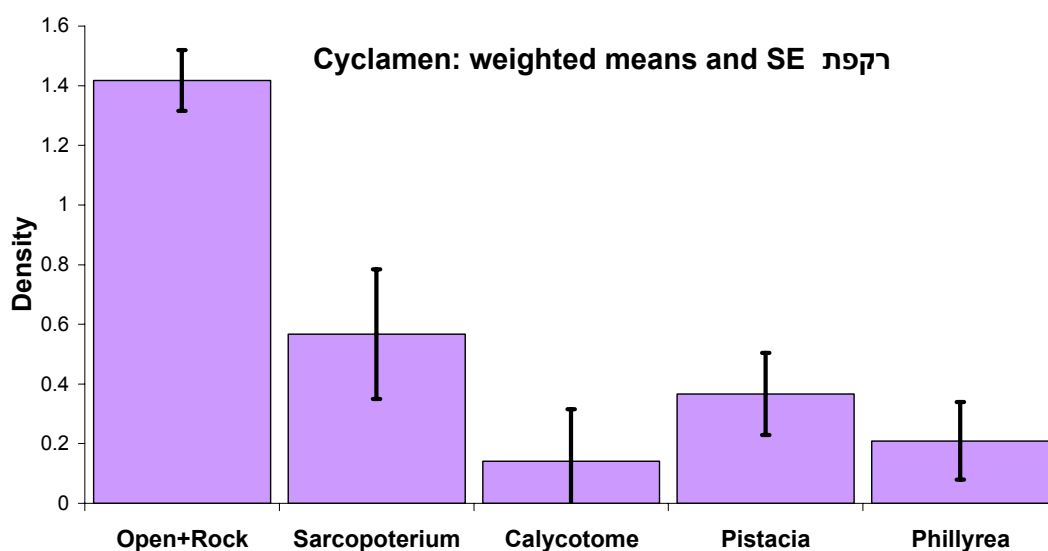
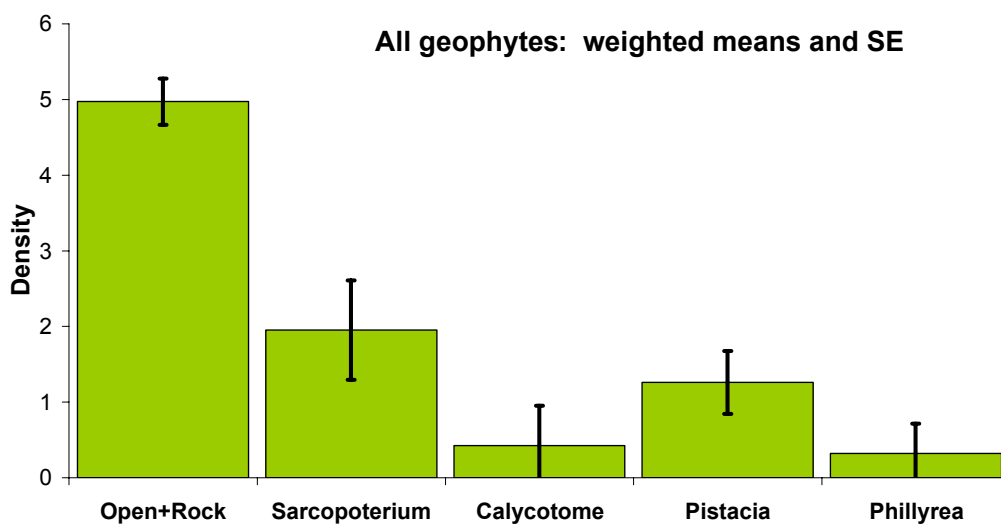
הצפיפות של צמחי רקפת מצויה, הגאופיט הנפוץ ביותר, התפלגה בין בתי-גידול באופן דומה מאד לצפיפות הכללית (איור 2.7.ב). גם כאן הצפיפות בשטח הפתוח (כולל שולי סלעים) היתה גבוהה במובהק מאשר בתוך שיחים מכל המינים, ואילו הצפיפות בתוך סירה קוצנית היתה גבוהה (לא במובהק) לעומת בתוך קידה ובר-זית. מגמה מובהקת דומה נמצאה גם בצפיפות של כלנית מצויה ושל עירית גדולה, אלא שבשני מינים אלה ההבדלים היו יותר חדים. כלניות ועיריות לא נמצאו כלל בתוך שיחי בר-זית, ועירית גם נעדרה כמעט לגמרי בתוך שיחי אלת-המסטיק וקידה (איורים 2.7.ג-ד). צפיפות גבוהה במובהק בשטח הפתוח לעומת כל בתי-הגידול בתוך שיחים נמצאה גם באחי-אירוס מצויה, נורית אסיה, לופית מצויה, שפתן מצויה, סחלביים (סה"כ המינים), ונג'חלב (סה"כ המינים) (טבלה 2.3).

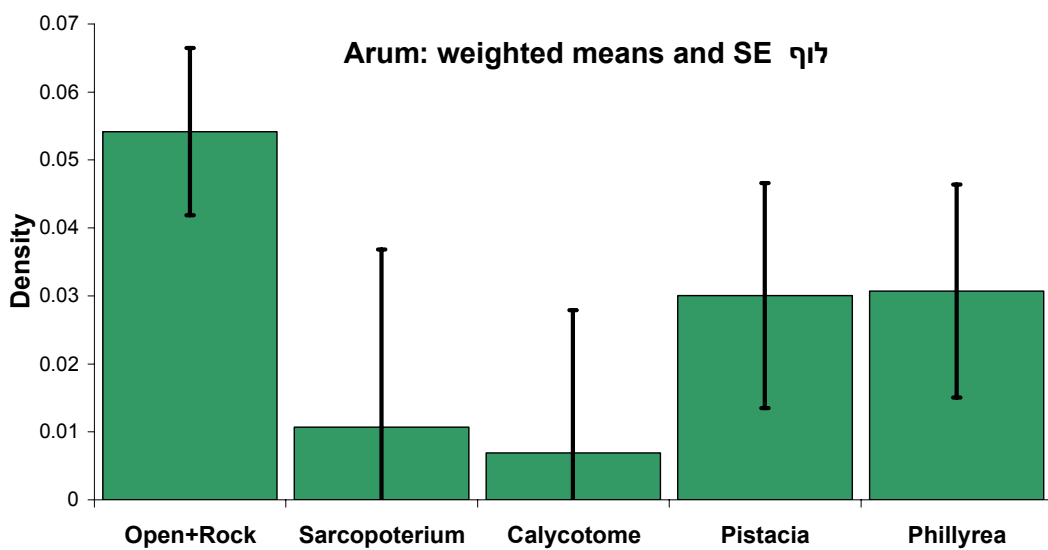
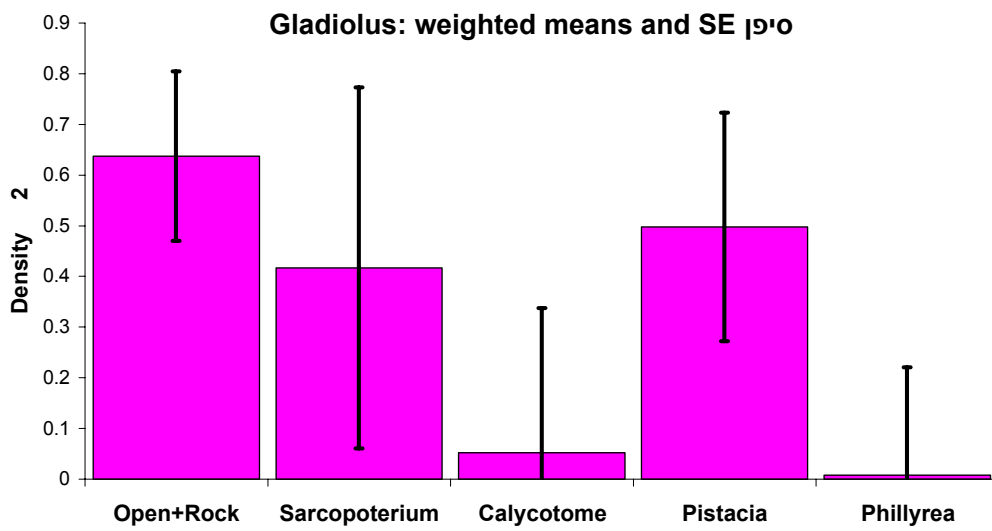
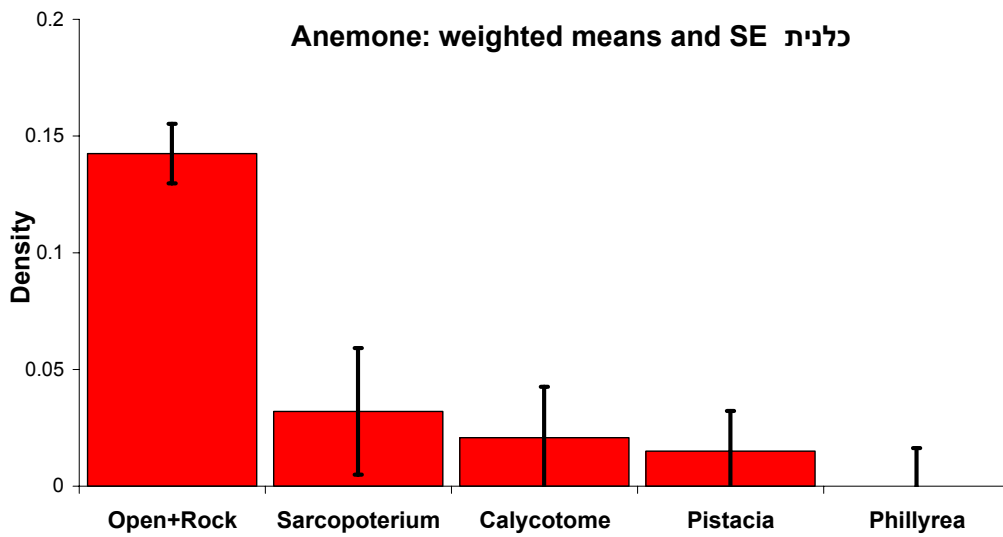
דגם התפלגות שונה בין מיקרו-בתי-גידול נמצא רק בסיפן התבואה ובלוף (סה"כ המינים). לא נמצא הבדל מובהק בצפיפות בין בתי-גידול בנייתוח שונות רגיל, אם כי המבחן הלא-פרמטרי (Kruskal-Wallis) הצביע על הבדלים מובהקים. הצפיפות הממוצעת של סיפן התבואה היתה גבוהה במידה דומה בשטח פתוח, בתוך סירה קוצנית ובתוך אלת המסטיק, ונמוכה יותר בתוך קידה ובר-זית (איור 2.7.ה). השונות הגבוהה בצפיפות בתוך כל בית-גידול הקשתה על מציאת מובהקות ההבדלים. הצפיפות של מיני לוף היתה לכאורה גבוהה יותר בשטח פתוח מחד, ובתוך בר-זית ואלת-מסטיק מאידך, לעומת בתוך קידה וסירה (איור 2.7.ו). ואולם השונות בתוך כל בית-גידול היתה גבוהה יחסית להבדלים הללו בין בתי-הגידול, ובשלב זה ניתן להסיק רק כי מיני לוף מצויים בצפיפות דומה בכל מיקרו-בתי-הגידול המוגדרים לפי מצבי הצומח, וזאת בניגוד לרוב מיני הגאופיטים האחרים הנפוצים בשטח המחקר.

טבלה 2.3. מובהקות ההבדלים בצפיפות גאופיטים (פרטים למ"ר) בין מיקרו-בתי-גידול המוגדרים לפי 5 מצבי צומח עיקריים: P בניתוח שונות עם שקלול לפי גודל השטח הנדגם בכל בית-גידול בכל אתר, P בניתוח שונות לא-פרמטרי (Kruskal Wallis). בהדגשה ערכי $P < 0.01$.

		# plants	P ANOVA	P non-
	Density	סה"כ פרטים	(weighted)	parametric
All Geophytes	כל הגאופיטים	5704	<0.0001	<0.0001
Cyclamen persicum	רקפת מצויה	1644	<0.0001	<0.0001
Asphodelus ramosus	עירית גדולה	1492	<0.0001	<0.0001
Gladiolus italicus	סיפן התבואה	885	0.1435	0.0002
Allium spp.	שום - כל המינים	498	0.1438	0.0004
Gynandiris sisyrinchium	אחיאירוס מצוי	255	<0.0001	<0.0001
Anemone coronaria	כלנית מצויה	140	<0.0001	<0.0001
Ranunculus asiaticus	נורית אסיה	134	<0.0001	<0.0001
All orchids	סחלביים - כל המינים	238	<0.0001	<0.0001
Serapias vomeracea	שפתן מצוי	105	<0.0001	<0.0001
Arum spp.	לוף - כל המינים	80	0.2695	0.0397
Ornithogalum spp.	נץ-חלב - כל המינים	57	0.0008	<0.0001
Arisarum	לופית מצויה	33	<0.0001	0.0008

איור 2.7. ממוצע ושגיאת תקן של צפיפות גאופיטים (פרטים למ"ר) בכתמים שלי מצבי צומח ברמת הנדיב. א. כל הגאופיטים. ב. רקפת מצויה. ג. עירית גדולה. ד. כלנית מצויה. ה. סיפן התבואה. ו. לוף.





2.3. מדידת תועלות בשטח: סקר העדפות נוף של מטיילים

מטרה: לאמוד את העדפות המטיילים לגבי שטחים עם נוף צומח שונה: האם הם מעדיפים לטייל בנוף חורש סגור? או בנוף גריגה פתוחה יותר? באיזו מידה תורמים מרכיבים שונים בנוף (כגון: עצים, פרחים, בעלי-חיים) ל"אטרקטיביות" של השטח למטיילים?

שיטות העבודה:

נבנה שאלון סקר העדפות מטיילים המתייחס לשאלות אלה ונוספות (נספח 3). ביום העצמאות (7/5/03) וביום השני של ראש-השנה (28/09/03) הוצבה "תחנת סקר ורענון" בפארק רמת הנדיב ליד שביל ישראל, כ-300 מ' מדרום לגן הנדיב. בנקודה זו יש תצפית קרובה על שלושה סוגי נוף: גריגה פתוחה, חורש סגור וחורשת נטועה של אורן הגלעין. התחנה היתה פעילה בשעות 1000-1400, שעות בהן מתרכזת רוב פעילות המטיילים בפארק. מסרנו את השאלון לאנשים שעברו בטיול בשביל וביקשנו למלאו במקום בעצמם, תוך היעזרות בנו במידת הצורך. ביום העצמאות התקבלו תשובות מ-58 נשאלים, ובראש-השנה מ-54 נשאלים, שכללו שכבות אוכלוסיה וגיל שונות.

תוצאות

הרכב המדגם והשוואה בין תאריכים

הרכב המדגם המאוחד של יום העצמאות וראש השנה (N=112 משיבים) היה: 63% גברים, 37% נשים; 64% תושבי ערים, 36% תושבי ישובים כפריים; 37% תושבי האזור, 63% מחוץ לאזור. התפלגות הגילים היתה רחבה, אם-כי רק מעטים מן המשיבים היו מתחת לגיל 10 ומעטים מעל גיל 70 (איור 2.8). רק עבור 19% היה זה ביקורם הראשון ברמת הנדיב; 19% היו חברים בארגון "רוק"; 64% הגדירו עצמם כבעלי השכלה על-תיכונית או אקדמית.

נבדקו ההבדלים במאפיינים אלה בין מדגמי המשיבים בשני תאריכי הסקר. בראש השנה השתתפו בסקר יחסית יותר תושבי ישובים כפריים (52% לעומת 20%; $P < 0.001$), יותר תושבים מן האזור (53% לעומת 22%; $P < 0.01$), ויותר גברים (75% לעומת 52%; $P \sim 0.01$) לעומת יום העצמאות. לא היה הבדל מובהק בין התאריכים בהתפלגות המשיבים בין קבוצות גיל, ובהשכלתם.

אפיון התנהגות מטיילים

לשאלה "מהי מטרת יציאתך לטיול?" בחרו 61% מן המשיבים כתשובה יחידה "להיות בטבע", ואילו השאר בחרו באחת מ-3 התשובות החלופיות בנוסף או במקום תשובה זו. 82% השיבו כי הם נוהגים לטייל עם משפחה ו/או עם חברים. 70% השיבו כי הם מטיילים אחת לשבוע או אחת לחודש. 46% השיבו כי הם מטיילים רק בשבילים לעומת 54% שלפעמים מטיילים בטבע גם מחוץ לשבילים. בכל השאלות האלה, שנועדו לאפיין את התנהגות המטיילים, לא היו הבדלים מובהקים ($P > 0.01$) בין שני תאריכי הדגימה, וגם לא בין נשים לגברים.

העדפות וציונים לנופים למטרות טיול ולפיקניק

לשאלה: "מבין קבוצות הנופים שאתה רואה לפניך, איזה נוף מושך אותך ביותר לרדת מהשביל?" בחרו 49% מן המשיבים שבכלל יורדים מן השביל בנוף של גריגה נמוכה ופתוחה עם כתמים עשבוניים, 36% בנוף של חורשות אורנים, ורק 15% בנוף של חורש סגור וגבוה (תשובות שבחרו בשנים מתוך השלושה

לא נכללו בחישוב זה). לא נמצאו הבדלים מובהקים ($P>0.01$) בין התאריכים ובין המינים בתשובות לשאלה זו.

שאלה זו נבדקה גם בדרך אחרת, כאשר המטיילים התבקשו לתת ציון בסקלה 1-10 לכל אחד מן הנופים האלה למטרת טיול ולמטרת פיקניק. הציון הממוצע למטרת טיול הגבוה ביותר ניתן לנוף הגריגה הפתוחה (7.65) וציון זה היה גבוה במובהק ($P<0.05$) מהציון הממוצע לחורש הסגור, למרות שגם זה לא היה נמוך דווקא (6.79). חורשות האורן קיבלו בממוצע ציון בינוני למטרת טיול (7.41) שלא נבדל באופן מובהק מזה של שני הנופים האחרים (איור 2.9).

לעומת זאת, קיבלו חורשות האורן את הציון הגבוה ביותר למטרת פיקניק (8.13), שהיה גבוה במובהק מהציון של הגריגה הפתוחה (7.24), אשר מאידך היה גבוה במובהק מהציון לפיקניק של החורש הסגור (6.2) (איור 2.10). לא היה הבדל מובהק בין מדגמי המשיבים ביום העצמאות וראש השנה בציונים לנופים השונים למטרות טיול ופיקניק.

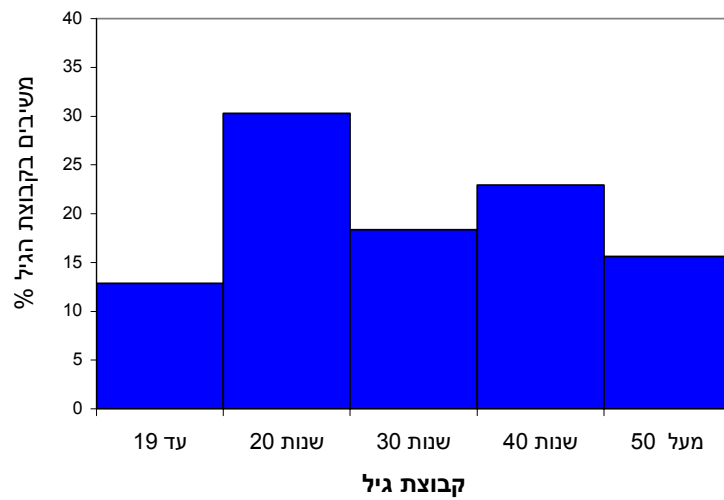
נבדקה העקביות של המשיבים בהתייחסותם לנופים השונים ע"י השוואת הציונים שקיבלו הנופים השונים למטרת טיול עם קבוצות של משיבים לפי הנוף שהעדיפו לירידה מהשביל בשאלה קודמת. התוצאות מראות שאכן, בכל קבוצה כזאת, הנוף שנבחר כמועדף בשאלה הקטגורית קיבל ציונים גבוהים ב-1 עד 2 יחידות בממוצע משני הנופים האחרים (איור 2.11).

ציונים לחשיבות של "אטרקציות" בטיול

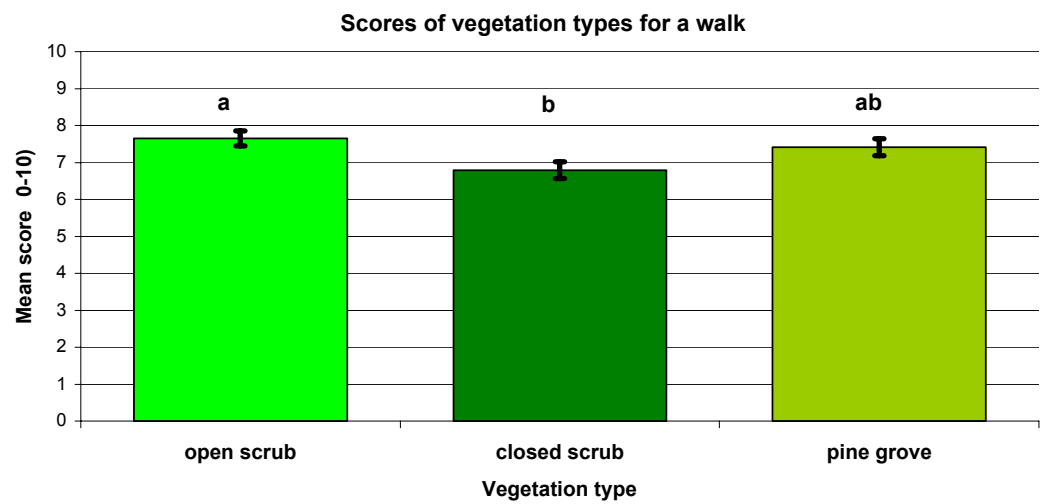
הציון הגבוה ביותר ניתן לאטרקציה "נוף בתצפית" אשר כמעט כל המטיילים ייחסו לו חשיבות גבוהה (ממוצע 9.3) (איור 2.12). מבין מרכיבי הצומח ניתנו הציונים הגבוהים ביותר בהסכמה כללית לעצים טבעיים ולפרחים (ממוצע 8.8), ואילו עצים נטועים (מחטניים) קיבלו בממוצע ציון נמוך יותר (7.7), עם שונות מעט גבוהה יותר בין משיבים. בין קבוצות בעלי-החיים ניתנו ציוני חשיבות גבוהים לציפורים (8.46), חיות-בר גדולות (8.33) ופרפרים (7.66). לעומת זאת זוחלים וחרקים (למעט פרפרים) קיבלו בממוצע ציונים ~5 בלבד, עם שונות גבוהה בין משיבים. בהתייחסות לכל אחת מקבוצות בע"ח אלה וכן בהתייחסות לבקר (5.7) הסתמנה קבוצה של משיבים שנתנו ציונים נמוכים, כביטוי של דחייה או פחד מהיתקלות בבע"ח אלה בעת טיול, ולעומתם קבוצה אחרת שנתנה להם ערכים גבוהים למדי (כהיבט נוסף ומעניין של הטבע החי). עתיקות במסלול הטיול קיבלו ציון גבוה למדי (7.68), אך נמוך יותר מכמה מן המרכיבים הטבעיים.

הציון הממוצע לפרחים ולפרפרים היה נמוך ביחידה 1 בערך במדגם של ראש-השנה לעומת המדגם של יום-העצמאות ($P<0.01$), ואילו הציון הממוצע של זוחלים היה גבוה יותר בראש-השנה ($P<0.05$). מתוך הנתונים אין אפשרות לברר באופן חד-משמעי, באיזו מידה ההבדל הזה בציון הממוצע בין התאריכים קשור להבדלים בהרכב המדגם (יחסית יותר גברים ויותר אוכלוסיה כפרית בראש-השנה) ובאיזו מידה לציפיות הקשורות לעונתיות של המרכיבים הביולוגיים השונים.

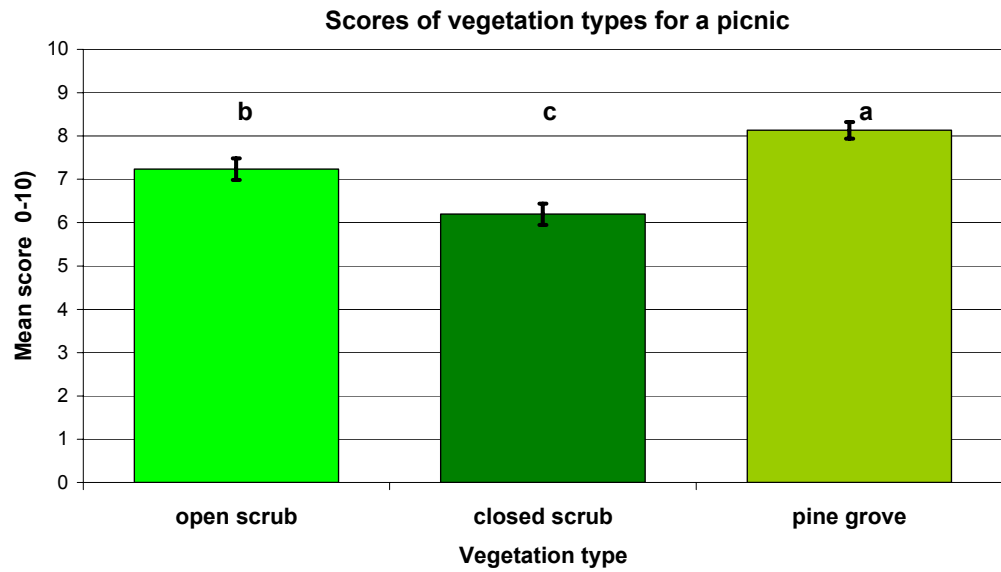
איור 2.8. התפלגות בקבוצות גיל של כל המשיבים לשאלון העדפות נוף ברמת הנדיב (N=112).



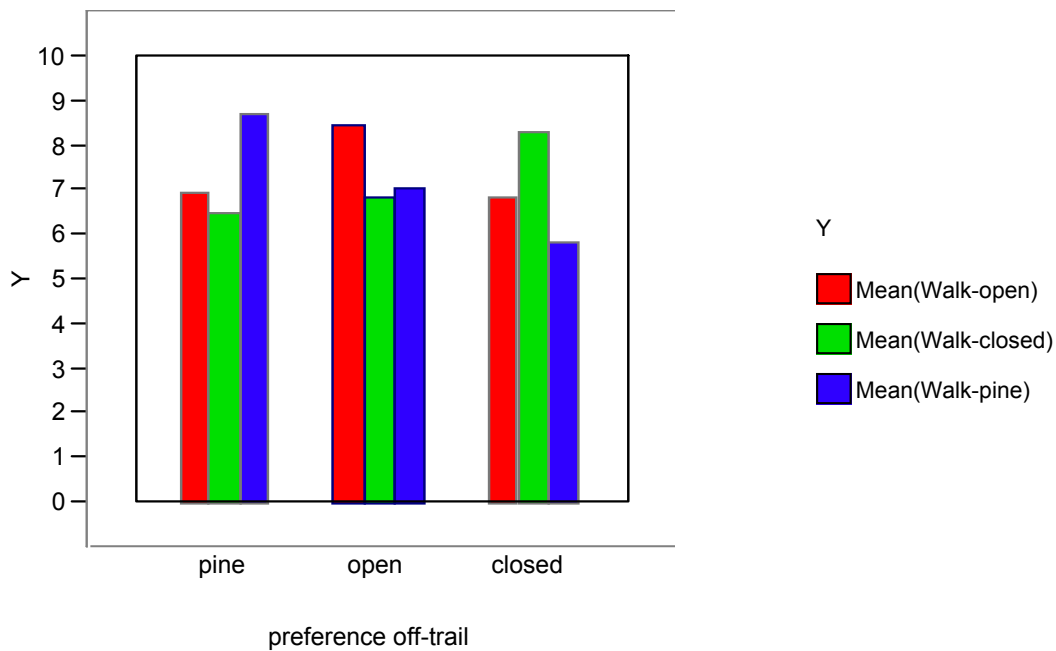
איור 2.9. ממוצע ושגיאת תקן של ציונים (0-10) שנתנו משיבים לנופים שונים ברמת הנדיב למטרת טיול.



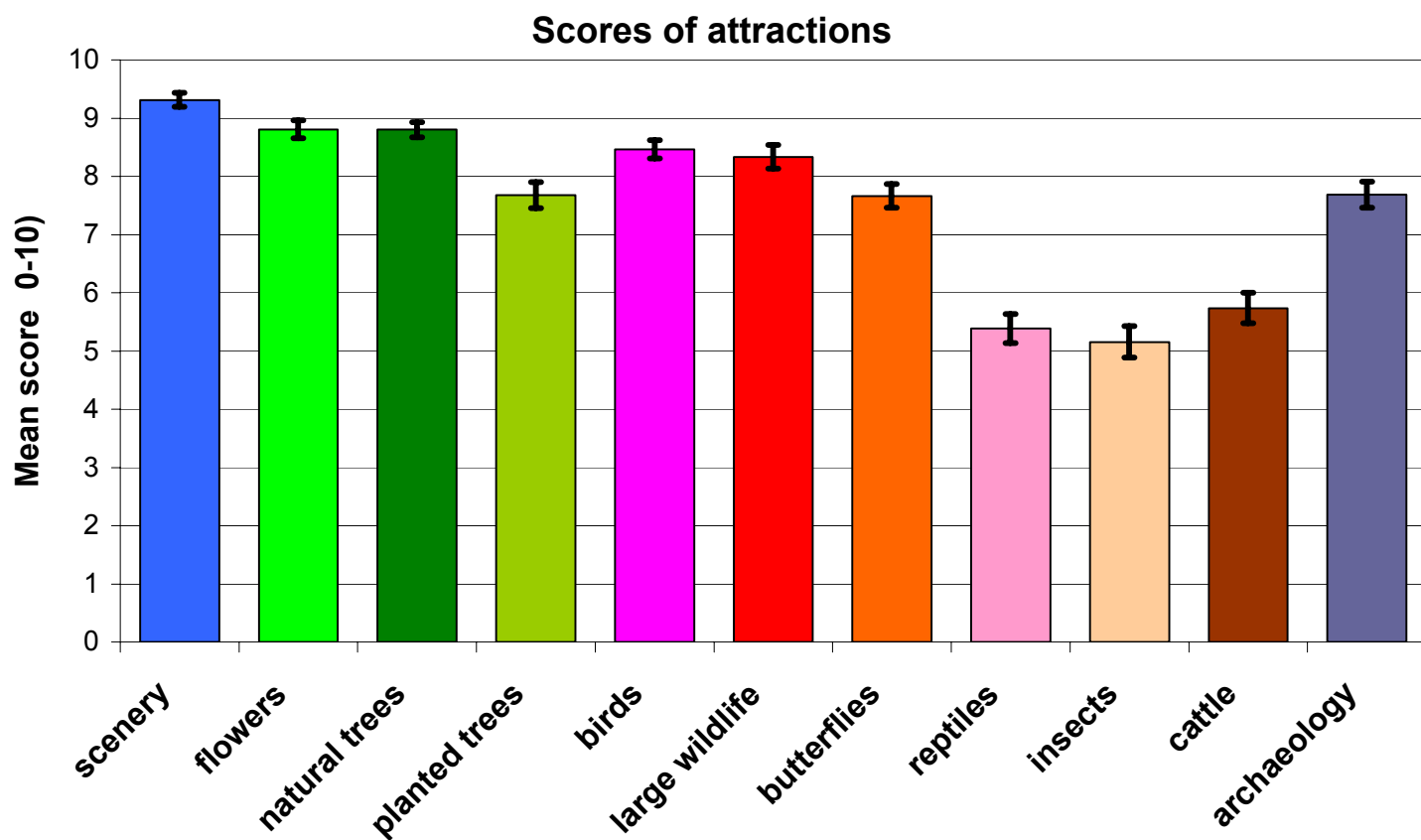
איור 2.10. ממוצע ושגיאת תקן של ציונים (0-10) שנתנו משיבים לנופים שונים ברמת הנדיב למטרת פיקניק.



איור 2.11. ממוצע הציונים (0-10) לשלושה נופים למטרת טיול, לפי קבוצות מטיילים שהביעו העדפה לטייל מחוץ לשביל בכל אחד מהנופים.



איור 2.12. ממוצע ושגיאת תקן של הציונים (0-10) שנתנו מטיילים ברמת הנדיב (N=112) לאטרקציות שונות בתשובה לשאלה "איזה אטרקציות חשוב לך שיהיו בטיול?"



פרק 3. יישום המודל הדינמי לחיזוי התועלות

מטרה: ליישם את המודל לחיזוי הדינמיקה של הצומח בתגובה לממשק לחיזוי הדינמיקה של רמת התועלות השונות שאפשר לקבל בשטח.

שיטות:

בשלב האחרון של המחקר שולבה המטריצה של מצבי-צומח X אומדני תועלות שהתקבלה מסקר המומחים (פרק 2) במודל הדינמי של מצבי הצומח והסתברויות המעבר ביניהם כפונקציה של פעולות ממשק ואירועי הפרעה (פרק 1). המודל הדינמי המתקדם **שלב ב'** תוכנת ב-PASCAL. תכנה זו הורחבה (שלב ג') כדי לאפשר את חישוב השינוי עם הזמן של רמת התועלות (ולו בסקלה יחסית של 0-10). חישוב זה בוצע ע"י כך שבכל שנה של סימולציה, וקטור % הכתמים (הכיסוי) של 6 מצבי הצומח השונים במטריצה 6 מצבים X 20 תועלות עיקריות, כפי שהתקבלה בממוצע על פני כל המשיבים בסקר המומחים. כתוצאה מכך התקבל, לכל שנה במהלך הסימולציה, וקטור של ממוצעי 20 התועלות הצפויות מהשטח בסקלה של 0-10. תוצאות הסימולציה, כלומר תחזיות הדינמיקה של % הכיסוי של מצבי הצומח והדינמיקה של הערכים הממוצעים של התועלות מהשטח, הועברו לקובץ EXCEL לצורך הפקת גרפים והמשך ניתוח סטטיסטי.

תוצאות:

מוצגות כאן תוצאות של סימולציות שנערכו עם המודל המשולב לגבי חלקות באזור החיץ ברמת הנדיב, אשר לגביהן אמדנו את הכיסוי של מצבי הצומח השונים במרץ 2003, במסגרת סקר הגאופיטים. ערכים אלה שימשו כערכים התחלתיים של % השטח בכתמים של מצבי הצומח השונים, בשנה 0 של הסימולציה. נערכו במקביל סימולציות לגבי שני טיפולים:

א. אזור החיץ – בקורת (B) : חלקות שלא היה בהן כל טיפול מאז 1992. כמצב התחלתי נלקח ממוצע של 8 חלקות שנדגמו ב-2003.

ב. אזור החיץ – טיפול כריתת שיחים + רעייה (CG) : חלקות אשר בשנים 1992 עד 1994 נכרתו בהן כל השיחים, ומאז היתה בהן רעיית בקר בלחץ גבוה מאד במשך כשבוע באביב. כמצב התחלתי נלקח ממוצע של 8 חלקות שנדגמו ב-2003.

באיורים 3.1 עד 3.3, מוצגות לדוגמה התחזיות של המודל לגבי הדינמיקה של הצומח ושל כמה מן התועלות בשני שטחים אלה, בהנחה שמשנת 2003 הצומח בהן יתפתח ללא הפרעה, כלומר ללא רעייה, כריתה או שריפה.

א. חלקות הביקורת

בחלקות הביקורת היה בשנת 2003 (שנת ה-0) צומח של גריגה-חורש בשלטון של בר-זית (36%) ושל אלת המסטיק (26%), אך היו גם כתמים של עשבוניים ושל קידה (איור 3.1.א). המודל חוזה במהלך 100 השנים הבאות, אם לא תהיה כל הפרעה, עלייה איטית ורצופה בכיסוי של בר-זית גבוה, תוך ירידה בכיסוי של כתמי הקידה והעשבוניים. בכיסוי של אלת המסטיק חזויה עליה מתונה עד השנה ה-30 ולאחריה ירידה מתונה.

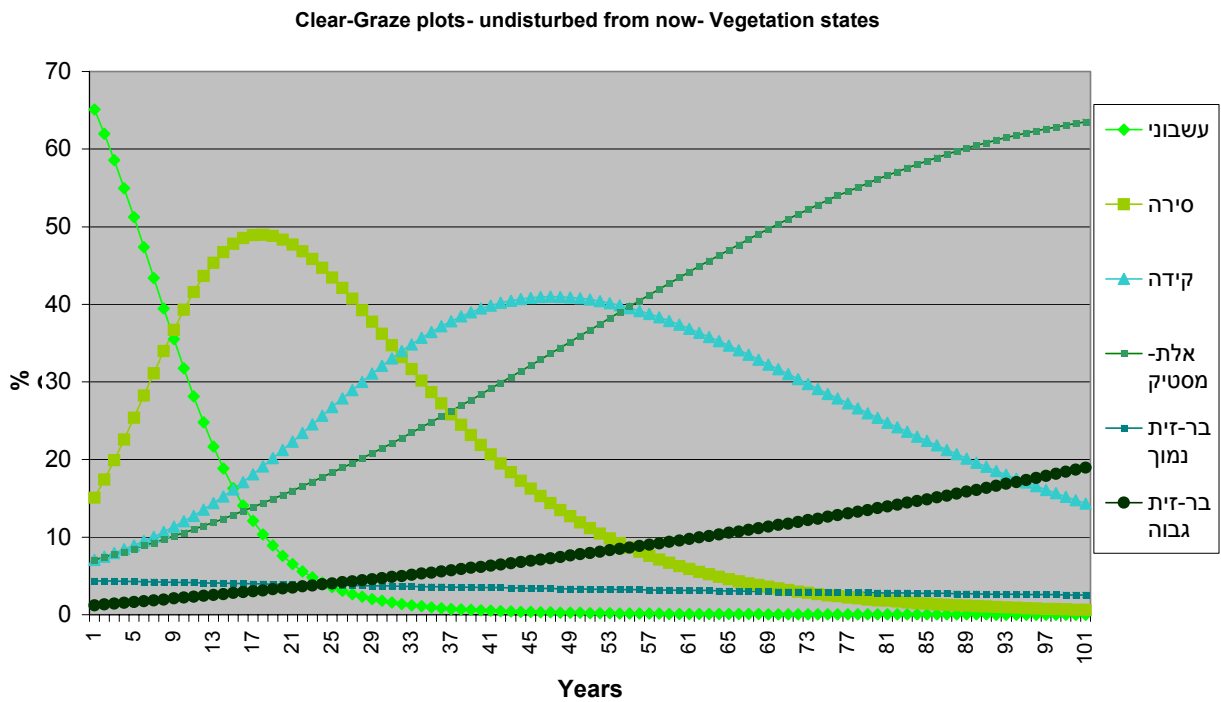
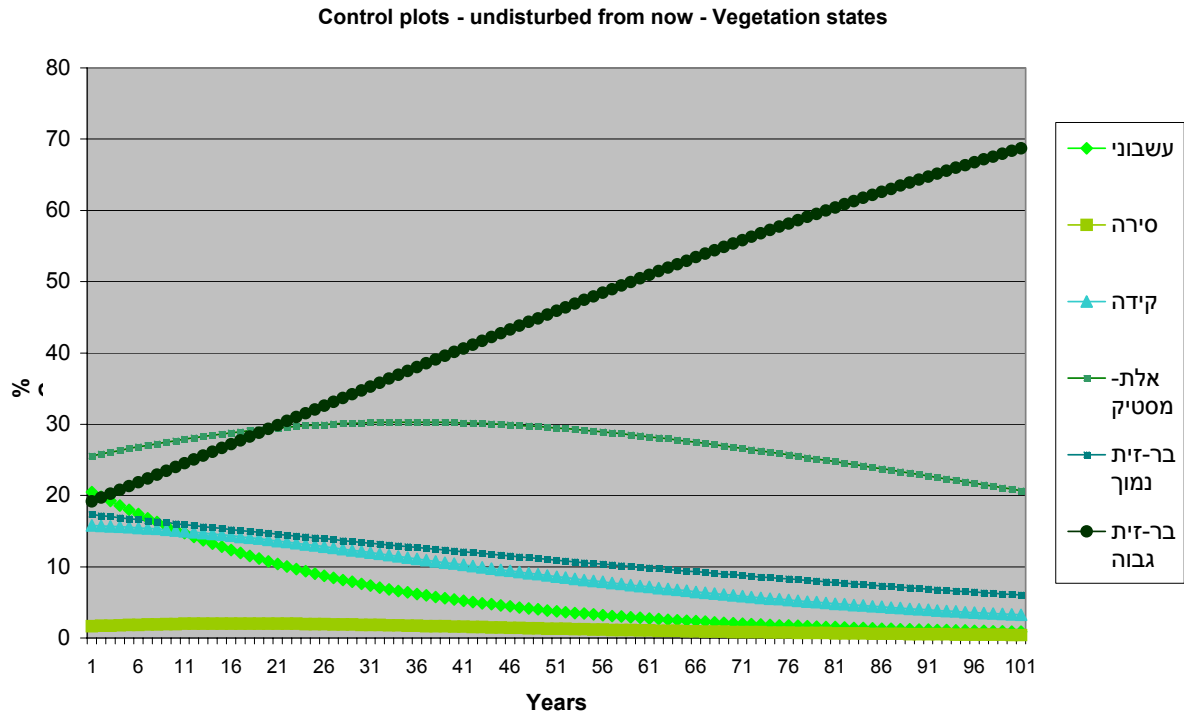
מבחינת התועלות, חלקות הביקורת במצבן ההתחלתי (גריגה) תורמות תרומה נמוכה עד בינונית לרוב התועלות, כאשר רק התועלות מרעה לעזים, מי-תהום, ואיכות נוף מקבלות ציון מעט גבוה מ-6 (בסקלה של 0-10). השינויים הצפויים לפי המודל בהרכב הצומח (עליה בכיסוי בר-זית לעומת יתר המרכיבים) מתורגמים רק לשינויים מזעריים ברמה הממוצעת של התועלות השונות מן השטח (איורים 3.2 א, 3.3 א). ניכרת ירידה איטית בתרומת השטח למרעה בקר ולייצור דבש (בגלל היעלמות הכתמים העשבוניים, שממילא לא היו גדולים) ולעומת זאת עליה איטית בתרומתו לייצור עץ להסקה (בגלל עליה בבר-זית גבוה).

ב. חלקות הטיפול כריתה ורעייה

בחלקות אלה המצב ההתחלתי בשנת 2003 היה שלטון של עשבוניים (65%) וסירה קוצנית (15%) עם כתמים קטנים יותר של שאר הצומח המעוצה. לפי תחזית המודל, הפסקת הרעייה והעדר הפרעה נוספת תביא בעקבותיה דינמיקה של צומח המזכירה "סוקצסיה קלסית", עם שיא של סירה קוצנית בשנה ה-20, שיא של קידה בשנה ה-40, ולאחר 100 שנה שלטון של אלת המסטיק עם עליה איטית מאד של כיסוי הבר-זית (איור 3.1 ב).

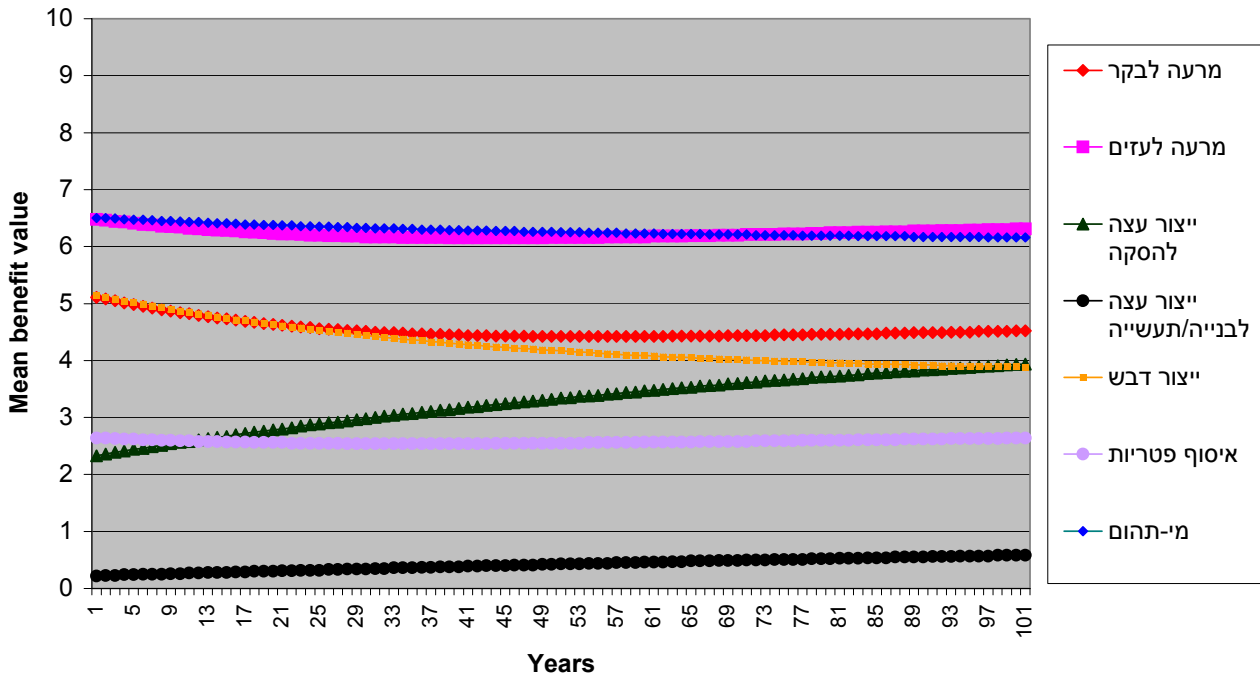
מבחינת התועלות, בחלקות הטיפול במצבן ההתחלתי נאמדים ערכים גבוהים למדי (7-8) של מספר תועלות כלכליות (כגון מרעה לבקר ולעזים, ייצור דבש), של תועלות חברתיות (כגון איכות נוף, ערכיות לטיול) ושל תועלות אקולוגיות (מגוון עשבוניים וגאופיטים). השינויים שהמודל צופה בשטח ב-20 השנים הראשונות ללא הפרעה יבואו לידי ביטוי בירידה חדה ברמה הממוצעת של כל התועלות הללו, בעיקר בגלל הירידה בכיסוי הכתמים העשבוניים והחלפתם בסירה וקידה (איורים 3.2 ב, 3.3 ב). אחרי השנה ה-40 ניכרת שוב עליה מתונה בתועלות החברתיות, הקשורה למעבר משלטון השיחים הקוצניים לשלטון של אלת המסטיק ובר-זית (גבוה). בתרומה למי-תהום נאמדה ירידה מתונה על פני כל התקופה. לעומת זאת חזויה עליה רצופה בייצור עץ להסקה ובמגוון המטפסים.

איור 3.1. דוגמאות של תחזיות סימולציה של המודל לגבי דינמיקה של הרכב הצומח (% כיסוי של מצבי צומח באתר). חלקות באזור החיץ ברמת הנדיב, בהנחה שמעתה לא תהיה הפרעה (הפסקת הרעייה): א. חלקות ביקורת. ב. חלקות שקיבלו טיפול כריתה + רעיית בקר מרוכזת במשך כ-10 שנים.

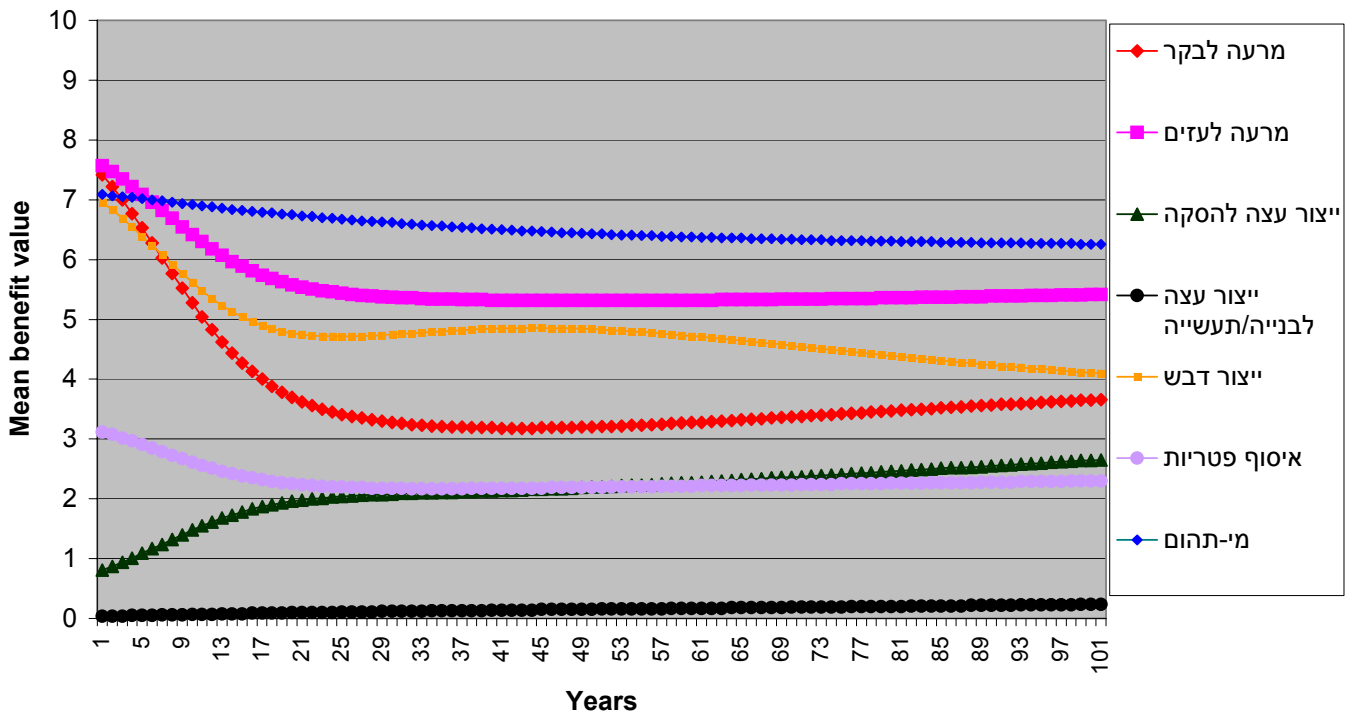


איור 3.2. דוגמאות של תחזיות סימולציה של המודל לגבי הרמה היחסית (0-10) של תועלות כלכליות- חקלאיות (מוצרים). חלקות באזור החיץ ברמת הנדיב, בהנחה שמעתה לא תהיה הפרעה (הפסקת הרעייה): א. חלקות ביקורת. ב. חלקות שקיבלו טיפול כריתה + רעיית בקר מרוכזת במשך כ-10 שנים.

Control plots- undisturbed from now - Economic products

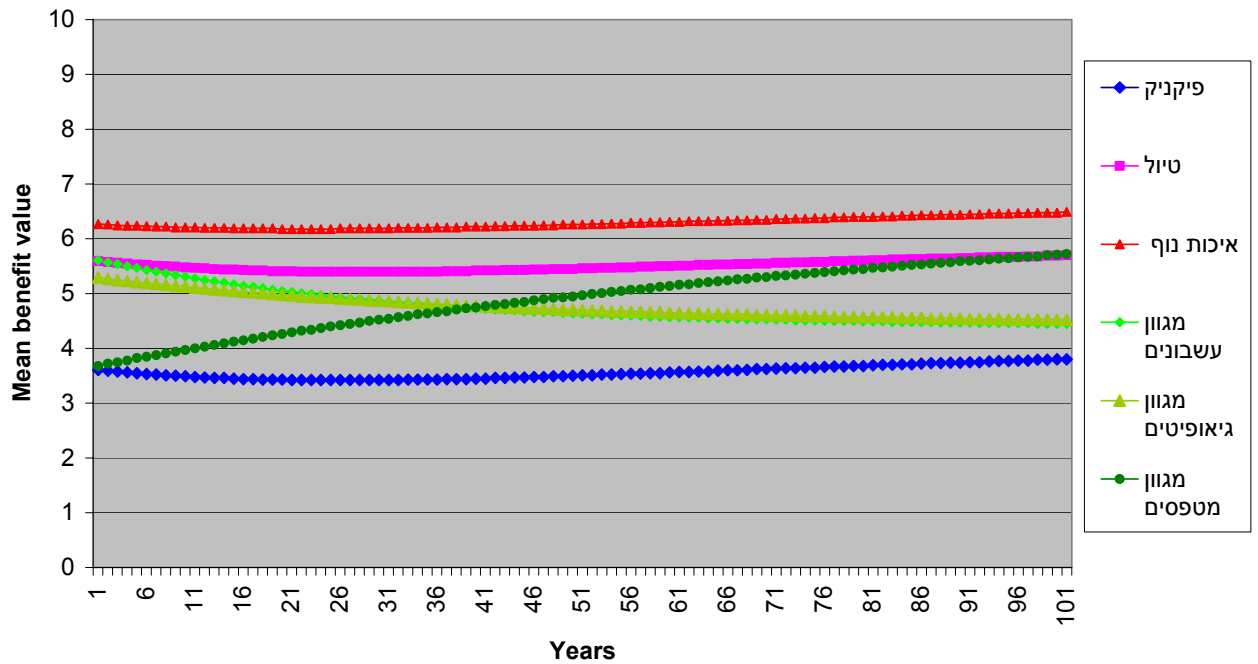


Clear-Graze plots -undisturbed from now- Economic products

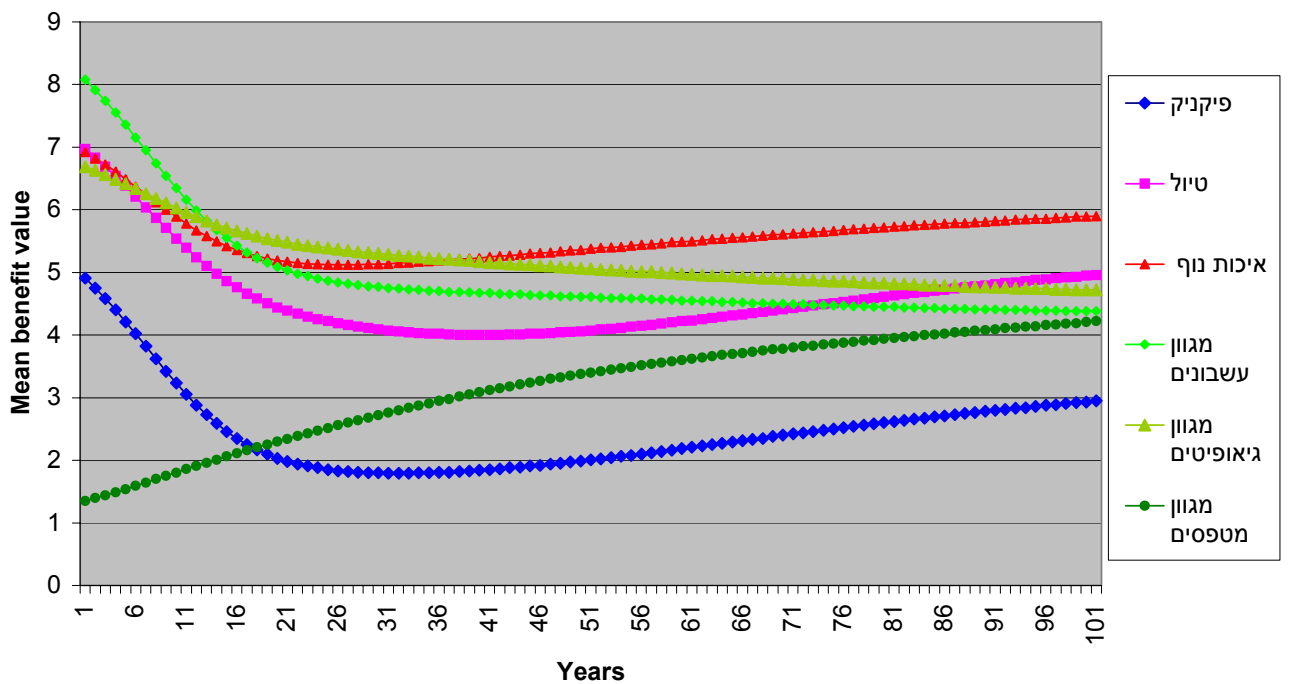


איור 3.3. דוגמאות של תחזיות סימולציה של המודל לגבי הרמה היחסית (0-10) של תועלות חברתיות-סביבתיות ומגוון מינים של קבוצות צמחים. חלקות באזור החיץ ברמת הנדיב, בהנחה שמעתה לא תהיה הפרעה (הפסקת הרעייה): א. חלקות ביקורת. ב. חלקות שקיבלו טיפול כריתה + רעיית בקר מרוכזת במשך כ-10 שנים.

Control plots- undisturbed from now - Social benefits and plant diversity



Clear-Graze plots- undisturbed from now - Social benefits and plant diversity -



נספחים

נספח 1: הנחות לבניית מטריצות הסתברויות המעבר במודל שלב א'

התפתחות הצומח ללא הפרעות

1. ההנחה הראשונית הייתה כי בהעדר הפרעות התפתחות הצומח היא רק בכיוון "קדימה", כלומר קיימים רק מעברים מצמחים נמוכים וקצרי-חיים לצמחים גבוהים וארוכי-חיים, לדוגמה:
עשבוני-סירה > קידה > שעירה > אלת המסטיק > בר-זית נמוך > בר-זית גבוה. בהנחה זו הזנחנו את ההסתברות של מעברים "אחורה" כתוצאה ממוות "טבעי" של פרטים. כלומר, הנחנו שכל הסתברויות המעבר מתחת לאלכסון הראשי $= 0$ (האלכסון הראשי במטריצה = ההסתברויות שכתם יישאר באותו מצב צומח בו הוא נמצא).
2. ההסתברות להישאר באותו מצב צומח משנה לשנה (ההסתברויות באלכסון הראשי) הולכת ועולה מצמחים קצרי-חיים לצמחים ארוכי-חיים (בסדר הנ"ל).
3. ההסתברות הגבוהה ביותר למעבר "קדימה" היא לשלב הבא (לדוגמה **עשבוני-סירה**, **סירה-קידה**, וכו', כלומר האלכסון שמעל לאלכסון הראשי). ההסתברות לעבור 2 או יותר שלבים קדימה היא נמוכה או 0. הנחה זאת מתאימה למנגנון ה"הקלה" (facilitation) בסוקצסיה.

התפתחות הצומח תחת רעיית עזים

1. רעיית עזים מקטינה את כל ההסתברויות למעברים "קדימה", לעומת ההסתברות המתאימה ללא הפרעה. הקטנת הסתברויות המעבר "קדימה" ("עיכוב הסוקצסיה") רבה יותר בלחץ רעייה חזק מאשר בלחץ רעייה חלש.
2. תחת רעיית עזים יש הסתברויות < 0 למעברים "אחורה", מצומח שיחי נמוך (בר-זית נמוך, אלת המסטיק, קידה) למצב של צומח עשבוני או סירה.

שינויים בצומח בשנה של הרחקת קידה שעירה

1. ההסתברות לכתם שהיה קידה שעירה להישאר באותו מצב נמוכה מאוד. הסתברות זאת מבטאת פרטים בודדים שמצליחים תוך 1 שנה להשתקם מבית השורשים של פרט שעבר טיפול.
2. ההסתברות הגבוהה ביותר היא למעבר מקידה לצומח עשבוני.
3. הסתברויות המעבר משאר מצבי הצומח (פרט לקידה) אינן משתנות.

שינויים בצומח בשנה של שרפה

1. הסתברויות המעבר בשנת השרפה מבטאות ראשית, את ההשפעה הישירה של השרפה (סילוק הנוף של צמחים מעוצים) ושנית, את ההתחדשות הראשונית של צמחים מעוצים בעונת הצמיחה הראשונה לאחר השרפה.
2. לכן, % גבוה של הכתמים של כל מיני הצמחים המעוצים חוזרים למצב של צומח עשבוני, ו- % קטן יותר נשאר במצב של אותו מין.
3. כמו-כן, ההסתברות למעברים "קדימה" בשנת שרפה נמוכה יותר מאשר בשנה רגילה (לא בהכרח $= 0$).
4. נלקח בחשבון האופי הביולוגי של כל מין ומין, לדוגמה: האם יש התחדשות מבית השורשים, האם השריפה מעודדת התפתחות של זרעים וכו'

נספח 2: שאלון מומחה

מערך אומדני תועלות לפי מצבי צומח בהר הים-תיכוני

שלום רב,
אנו עורכים מחקר מטעם הפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית ירושלים ויד הנדיב בנושא "פיתוח מודל דינמי לניהול רב-תועלתי של נופי ההר הים תיכוני".
בכוונתנו לקחת בחשבון מגוון רחב ככל האפשר של "תועלות" (benefits) מכל הסוגים: מוצרים ושירותים סחירים שיש להם ערך כלכלי ידוע, שירותים סביבתיים וחברתיים אשר קשה למדוד את ערכם הכספי, מדדי ערכיות אקולוגית לשמירת טבע, וכו'.
לגבי כל אחת מן התועלות בנפרד, אנחנו שואלים:
כיצד מושפעת תרומתה של יחידת שטח נתונה לאותה תועלת מ"מצב הצומח"?
"מצבי הצומח" השונים מוגדרים לפי תצורת הצומח (בתה, גריגה, חורש, יער) ולפי המין השולט.
הבעיה היא שרק מעטות מן התועלות נמדדו בפועל במצבי הצומח השונים. אחדות ניתנות למדידה בעיקרון אך לא נמדדו בפועל, ואילו לגבי תועלות אחדות לא קיימות עדיין שיטות מוסכמות למדידתן.
כדי לקבל אומדנים ראשוניים, לפחות יחסיים, של השפעת מצב הצומח על רמתה של כל תועלת, בחרנו בשיטה של "שאלון מומחים" שמופנה לאנשים שיש להם ידע וניסיון באקולוגיה ובממשק של שטחי ההר הים-תיכוני.
נשמח לקבל את עזרתך במילוי מערך אומדני התועלות לפי מצבי הצומח, לפי מיטב שיפוטך, בשאלון הבא.

הנחיות למילוי השאלון:

אתה מתבקש לתת לכל תועלת אומדן יחסי בסקלה של 0 (אין) עד 10 (מירבי) במצבי הצומח השונים.
אם אין לך מידע או ניסיון מספיק כדי לתת אומדנים כלשהם (אפילו לא מקורבים) לתועלת מסוימת, אנא רשום

סימני שאלה בתאים של השורה המתאימה.

א. לעומת זאת, אנא הוסף תועלות אשר חסרות בטבלה ואשר יש לך לגביהן אומדנים.

בקביעת ערך התועלת לכל מצב צומח אנא התייחס/י להגדרות הבאות:

- א. השאלון מתייחס לצומח ים-תיכוני, על מסלע גירני קשה, ברום של 100-300 מ' מעפה"י ועם 500-600 מ"מ משקעים. אזור המחקר הספציפי הוא דרום הכרמל (רמת הנדיב – הר חורשן). אם אינך מכיר מספיק שטח זה, אנא בסס את אומדניך על אזור בתנאים אקולוגיים דומים שאתה מכיר, וציין לאיזה אזור התייחסת.
- ב. יחידת השטח הבסיסית היא "כתם" בגודל 1x1 מטר. "מצב הצומח" בכתם מוגדר ומכונה לפי מין הצמח השולט. עם זאת, באומדן של כל תועלת מכתם במצב צומח מסוים רצוי להתייחס גם לתרומה של מיני צומח נלווים אופייניים בתוך הכתם. לדוגמה, כתם של סירה קוצנית או של אלון התבור כולל בד"כ גם עשבונים שבתוך השיח או מתחת לעץ, כתם חורש של בר-זית או אלון מצוי כולל בד"כ גם מטפסים, וכו'.
- ג. חלק מן התועלות ניתן להגדרה ולאומדן ישיר ברמת הכתם (לדוגמה, ייצור מזון לבע"ח, מגוון מיני צמחים). תועלות אחרות מוגדרות רק בקנה מידה גדול יותר (לדוגמה: ערכיות הנוף, מגוון בע"ח). במקרה זה תתבקש לרשום אומדן של התרומה לתועלת המתקבלת משטח גדול יותר שכולו באותו מצב צומח, או לחילופין להגדיר את ההרכב המיטבי לדעתך לכל תועלת בשטח הגדול יותר, ב-% של השטח בכל אחד ממצבי הצומח.
- ד. במקרה של ספק, יש לזכור שהמציאות הכלכלית-חברתית שאומדני התועלות אמורים להתייחס אליה היא זו של ישראל בהווה (שנות ה-2000) ובעתיד (אופק של 50 שנה).
תודה על שיתוף הפעולה,
גילי קוניאק, עמנואל נוי-מאיר, אבי פרבולוצקי

<u>תועלת</u>	עשבוני	סירה קוצנית	קידה שעירה	אלת המסטיק	בר-זית נמוך	בר-זית שיח גבוה	בר-זית גבוה מעוצב	אלון מצוי שיח נמוך	אלון מצוי שיח גבוה	אלון מצוי גבוה מעוצב	אלון תבור	יער אורן ירושלים
אם היה באפשרותך לקבוע את הרכב הנוף הרצוי: כיצד היית מחלק את 100% השטח?												
לטיול												
לנוף חזותי												
למגוון צמחים												
למגוון בע"ח												

הערות:

נספח 3. שאלון העדפות נוף

מקום:

תאריך:

סקר העדפות נוף רמת הנדיב

למטייל/ת שלום רב,

אנו מבצעים מחקר העוסק בנופים לשימוש הציבור מטעם האוניברסיטה העברית. מחקר זה הינו אנונימי, ותוצאותיו הן למטרות מחקר בלבד. תודה על שיתוף הפעולה.

1. מהי מטרת יציאתך לטיול?
 א. להיות בטבע ב. להשתחרר מהלחץ של השבוע ג. בשביל הילדים ד. ספורט
2. עם מי את/ה יוצאת בד"כ לטיולים?
 א. משפחה ב. חברים ג. לבד ד. כלב
3. כמה פעמים את/ה יוצאת לטבע?
 א. אחת לשבוע ב. אחת לחודש ג. אחת לחודשיים ד. אחת לחצי שנה ה. אחת לשנה ומעלה
4. האם את/ה תמיד הולכת בשבילים או שלפעמים גם יורדת מהשביל? (בכלל, לא רק ברמת הנדיב)
 א. תמיד בשבילים ב. הולכת גם בטבע מחוץ לשביל
5. מבין קבוצות הנופים שאת/ה רואה לפניך, איזה נוף מושך אותך ביותר לרדת מהשביל?
 א. הנוף הסבוך ב. נוף החורשות ג. הנוף הפתוח ד. מעדיפה להשאר בשביל ולא לרדת ממנו.

את התשובות לשאלות הבאות עליך לדרג מ-1 (לא מעדיף) עד 10 (מעדיף מאוד)

10 מעדיף ביותר ----- לא מעדיף כלל 1										<u>בטיול רגלי, עד כמה את/ה מעדיפה נוף כמו</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6. הנוף הפתוח שלצידך?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7. הנוף הסבוך שלצדך?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8. החורשות הנטועות שלצדך?
										<u>בפיקניק, עד כמה את/ה מעדיפה נוף כמו</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9. הנוף הפתוח שלצידך?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10. הנוף הסבוך שלצדך?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11. החורשות שלצדך?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11א. עד כמה אתה מעדיף שהנוף יהיה <u>מגוון</u> ?

את התשובות לשאלות הבאות עליך לדרג מ-1 (לא חשוב) עד 10 (חשוב מאוד)

איזה אטרקציות חשוב לך שיהיו בטיוול?

10 חשוב מאוד ----- לא חשוב 1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12. פרחים
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13. יונקים גדולים (לדוגמא צבאים, איילים, חזירים)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14. פרחים
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15. פרפרים
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16. זוחלים (לדוגמא חרדונים, זיקיות)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	17. בע"ח קטנים אחרים (לדוגמא חיפושיות, עכבישים)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	18. עדרי בקר
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19. עתיקות
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20. עצים טבעיים
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	21. חורשות נטועות (אורן, ברוש)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	22. נוף לתצפית

מספר פרטים אישיים לצורך סטטיסטיקה בלבד.

23. האם זו פעם ראשונה שלך ברמת הנדיב?

כן/ לא

24. האם אתה גר באזור?

כן/ לא

25. אנא הקף את אופי מקום מגוריך:

א. עיר ב. מושב/כפר ג. קיבוץ

26. האם את/ה חבר/ה בארגון ירוק כלשהו (לדוגמא החברה להגנת הטבע, אדם טבע ודין וכו')

כן/ לא

27. אנא הקף את המתאים לך:

א. גבר ב. אישה ג. ילד ד. ילדה

28. גיל: _____

29. השכלה:

א. יסודית או תיכונית חלקית ב. תיכונית ג. על תיכונית אך לא אקדמאית ד. אקדמאית

תודה על שיתוף הפעולה והמשך טיוול נעים.