

**צפיפות מוגברת של תנים ושועלים כתוצאה מפעילות חקלאית של גידול עופות
והשפעתה על מבנה חברה היונקים במערכות האקולוגיות השכנות ללולים**
**The impact of elevated mammalian predator densities mediated by poultry farming on
mammal communities in ecosystems adjacent to poultry farms**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות
ע"י

| | |
|--|------------|
| תחום בע"ח, מו"פ צפון – מיג"ל, קרית שמונה. | עמית דולב |
| המחלקה לאקולוגיה מדברית, אוניברסיטת בן גוריון, המכון לחקר המדבר, שדה בוקר. | דוד זלץ |
| המחלקה לאס"א, האוניברסיטה העברית, ירושלים. | בינו גלעד |
| מרכז יונקים, החברה להגנת הטבע. | יושע דותן |
| חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים. | קינג רוני |
| המחלקה לאקולוגיה מדברית, אוניברסיטת בן גוריון, המכון לחקר המדבר, שדה בוקר. | בן צבי איה |

Amit Dolev, Northern R&D, Migal, P.O. Box 831 Kiryat Shemona 11016. E-mail:
amit_dol@zahav.net.il

אפריל 2009

ניסן תשס"ט

תוכן עניינים

| | |
|---------|------------------|
| 0..... | תקציר |
| 1..... | מבוא |
| 2..... | מטרות המחקר |
| 2..... | שיטות |
| 4..... | תוצאות |
| 20..... | דיון ומסקנות |
| 22..... | פרסומים בע"פ |
| 22..... | פרסומים ממחקר זה |
| 22..... | רשימת ספרות |

תקציר

הצגת הבעיה: השלכת פגרים ומזבלות פתוחות נחשבים כגורם העיקרי לגידול הניכר באוכלוסיות כלביים בקרבת יישובים. הגידול בצפיפות הטורפים ביישובים ובבתי הגידול הסמוכים מגדילים את הסיכון להעברת מחלות ולנזקי חקלאות מפעילות טורפים.

מטרות המחקר: 1. הערכת ההשפעה של גידול עופות על יחסי טורף-נטרף במערכת הטבעית הסמוכה. 2. מציאת דרכי טיפול אופטימאליות להפעלת ענף גידול העופות תוך הפחתת הפגיעה במערכת האקולוגית. **שיטות ומהלך העבודה:** בוצעה לכידת שועלים ותנים ומישדורם ובהמשך הופעל ניסוי ל"הפחתת מזון זמין" לטורפים ע"י העברת פגרי העופות למתקן איסוף פסולת. בוצע מעקב רציף אחר השינוי המרחבי בפעילות הטורפים ובשרידתם, ובמקביל נבחן השינוי בחברת היונקים קטנים בקרבת היישובים ובאזור טבעי מרוחק. **תוצאות עיקריות:** מושדור 52 שועלים ו-19 תנים בתחומי שלושה מושבים בגליל העליון. אובחן שינוי משמעותי של הגדלת תחומי המחיה ע"י השועלים והתנים לאחר הפעלת הניסוי ויציאה מתחומי המושבים. במקביל אובחנה ירידה בשרידה של השועלים והתנים במרבית היישובים, ובמקביל תועדה הגירה של מרבית התנים אל מחוץ לשטחי המושבים תוך חיפוש נחלות חדשות.

חברת היונקים הקטנים כללה 6 מינים שונים כאשר אחד המינים היה דומיננטי בכל האתרים - יערון גדול (60-97% מהתצפיות). בחינת ההשפעה של טיפול "הפחתת מזון זמין לטורפים" על אוכלוסיות המין הדומיננטי (יערון גדול), הראתה שלא היו הבדלים בצפיפות האוכלוסיות ובשיעורי השרידה של היערונים בין האזורים המטופלים לאזורי הביקורת ולאזורים הטבעיים שמרוחקים מהמושבים. תוצאות אלה מבטאות מצב בו כתוצאה מזמינות מזון גבוהה במערכת החקלאית במשך עשרות שנים, הטורפים אינם מתפקדים כגורם המווסת (טורף) את אוכלוסיית היונקים הקטנים וגם לאחר צמצום המזון ממקור אדם לא למדו מחדש שיחור בטבע בתקופת המחקר.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: סילוק פגרים בצורה מסודרת ע"י החקלאים בשיתוף עם הרשויות הרלוונטיות צפוי להביא לשינויים דמוגרפיים באוכלוסיות הטורפים בזמן קצר אשר יפחיתו את הסיכונים להעברת מחלות לאדם ולחיות המשק, להפחתת נזקי חקלאות מטורפים, ולמערכת הטבעית השכנה שנפגעת כתוצאה מהעדר תיפקוד הטורפים כגורם מווסת של אוכלוסיות היונקים הקטנים.

מבוא

משאבי קיום שמקורם בפעילות האדם (מזבלות, פסדי בע"ח) נחשבים גורם מרכזי להתפתחות צפיפות גבוהה באוכלוסיות של מיני יונקים מסוימים. הגדלה מלאכותית של כושר הנשיאה בתא שטח נתון, מעבר לכושר הנשיאה הטבעי של השטח, עלולה להשפיע על אוכלוסיות במערכות האקולוגיות הטבעיות השכנות. עודפי מזון תומכים באוכלוסייה גדולה שהשטח צר מלהכילה, ולכן צפוי שייווצר "יצוא פרטים עודפים" לשטחים סמוכים. מצב זה של אוכלוסיות-יתר מסכן את יציבות המערכת האקולוגית כיוון שתיתכן לו השפעה רחבה גם על מינים אחרים במערכת.

הגליל הינו חבל ארץ המאופיין בחורש ים תיכוני מפותח בנוף הררי. לתנאים אלו השלכות מיקרו אקלימיות שמהוות מוצא להתפתחותה של פאונה עשירה. כל עוד היה הגליל מיושב בדלילות, הייתה השפעת האדם על הפאונה מוגבלת. הגידול באוכלוסיות האדם בגליל, והפיזור המרחבי הרב של היישובים הכפריים שבו, הותירו אתרים בודדים שאינם מצויים בסמיכות ליישובים (יום-טוב 1983). מרבית יישובים אלה הם יישובים חקלאיים, ופרנסתם, עקב מיעוט שטחי עיבוד, מתבססת בעיקרה על חקלאות לולים (ובפרט לולי מטילות). מתקני הגידול של העופות ממוקמים בתוך היישובים ובסמוך להם. כחלק מתהליך הגידול מצטברת כמות ניכרת של פגרי בעלי

חיים ובהעדר מערכות ראויות להסדרת פסולת זו, מושלכים הפסדים בצדי דרכים ובמזבלות פתוחות. תופעה זו יוצרת תחנות האכלה "עשירות", ונחשבת גורם עיקרי לגידול הניכר של אוכלוסיות טורפים (שועלים ותנים) סביב ליישובים אלה (Yom-Tov et al. 1995, דולב וחובריו 2004, דולב 2006). צפיפות השועלים באזורים בהם קיימת השפעה אנטרופוגנית גבוהה עלולה להיות גדולה פי 4-5 מצפיפותם בשטחים טבעיים על פי דולב (2006) ו-Bino (2007). מצב דומה מתואר אצל Reicmann and Saltz (2005) בניתוח מאפייני אוכלוסיית הזאבים בגולן נמצא שכ-50% מתזונתם מושתתת על מקורות ממשק האדם (בעיקר על פסדים של תרנגולי הודו). למצב זה של גידול לא טבעי של אוכלוסיות טורפים בסביבת יישובים עלולות להיות מספר השלכות: א. תרומה רבה לפוטנציאל העברת מחלות (לדוגמה כלבת, שפעת עופות וכד') המהוות סיכון בריאותי וכלכלי חמור. ב. פעולות "דחק" של חקלאים הנפגעים מאוכלוסיות יתר של טורפים – קרי הרעלות לא מבוקרות. ג. פוטנציאל לפגיעה ביציבות המערכת האקולוגית השכנה ואיום על קיומם של אוכלוסיות נטרפים טבעיות כתוצאה מלחץ טריפה לא מאוזן. מצב של צפיפות מוגברת של טורפים, כמו זה שנוצר סביב ישובי לולים, עלול להשפיע על אוכלוסיות הנטרפים ולהפר את האיזון ביחסי הטורף והנטרף. תוצאה אפשרית של הגידול באוכלוסיות הטורפים היא הקטנת צפיפות הטורף. במקומות שונים בעולם טורפים לא מקומיים (non native) גרמו להידרדרות ולהכחדה של אוכלוסיות טורף שונות (Dickman, 1996; Harding et al., 2001; Savidge, 1987), אולם קיימות דוגמאות מעטות להשפעת צפיפות יתר של טורפים טבעיים (Garrott et al., 1993). Browne and Hecnar (2007) הצביעו על העלייה בצפיפות רקונים כגורם להכחדת מיני צבי מים, ו-Sweitzer et al. (1997) הציעו כי הגידול בצפיפות של פומות הביא לירידה של 94% בגודל אוכלוסיית הדרבנים באזור. גם במקרים בהם הגידול באוכלוסיות הטורפים המקומיים נבע מהגדלת זמינות מזון ממקורות אנטרופוגניים, מתוארת השפעה שלילית על אוכלוסיות נטרפים טבעיות (זלץ וחובריו, 2002; שלמון וחובריו, 2006; Boarman, 2003). במקביל, לזמינות המזון הגבוהה שסביב ליישובים חקלאיים (כתוצאה מאשפה, זבל ושיירי תוצרת חקלאית) יכולה להיות גם השפעה ישירה על היונקים הקטנים, שכן עלייה בזמינות המזון גורמת לגידול בצפיפות אוכלוסיותיהם (Boutin, 1990). הזמינות הגבוהה של מקורות מזון וצפיפות היתר של טורפים בעקבותיה, יכולות להביא לשינויים גם בחברת היונקים הקטנים, כיוון שההשפעות על המינים השונים אינן זהות. עלייה בזמינות המשאבים באופן טבעי או מלאכותי נמצאה בחלק מהמחקרים כגורם לעלייה במגוון המינים (Orland and Kelt, 1978; Abramsky, 2007), בעוד באחרים, תוספת משאבי מזון הביאה לירידת המגוון בעקבות העלייה בדומיננטיות של מינים מסוימים ודחיקתם של מינים אחרים (Koekemoer and Brown and Munger, 1985; Meserve et al., 2001; Van Aarde, 2000; Orland and Kelt, 2007). תגובת החברה לשינוי בלחצי הטריפה אף היא אינה צפויה. טריפה יכולה להשפיע על עוצמות התחרות באמצעות שינויים בהתנהגות הטורף ובמיוחד באמצעות השפעה על צפיפות המינים המתחרים. היא יכולה להקטין את המגוון בחברת הנטרפים על ידי הסרה של מינים מסוימים, או להגדיל אותו על ידי מניעת המונופול של המינים הדומיננטיים על המשאבים (Abramsky et al., 1998; Dickman, 1992; Paine, 1966). למרות האמור לעיל, מועט המידע לגבי מידת ההשפעה של אוכלוסיות-יתר של טורפים על אוכלוסיות הנטרפים, ומהי הדינאמיקה הנגרמת כתוצאה מכך. בעבודה קודמת (דולב וחובריו 2004, דולב 2006), הצטבר בידנו ידע רב לגבי תרומתם של עודפי המזון לשינויים בצפיפות הטורפים במרחב (בשועלים) ומידע זה היווה בסיס לניסוי שבוחן את השפעת עודפי המזון על צפיפות היתר של הטורפים וכתוצאה מכך על אוכלוסיות הנטרפים.

מטרות המחקר

1. הערכת ההשפעה של מערכת חקלאית המבוססת גידול עופות על יחסי טורף-נטרף בחברת היונקים במערכת הטבעית הסמוכה – אוכלוסיות שועלים ותנים והשפעתם על הרכב חברת היונקים הקטנים.
2. מציאת דרכי טיפול אופטימאליות להפעלה ברת קיימא של ענף גידול העופות שיאפשר הפחתת הפגיעה במערכת האקולוגית מחד והקטנת ההיפגעות של המערכת החקלאית מאוכלוסיות יתר של טורפים.

שיטות

במהלך שנות המחקר נבחנה השפעת המערכת החקלאית של חוות לולים על המערכת האקולוגית השכנה בהיבט של יחסי טורף-נטרף בשלושה מושבים בגליל העליון: כפר שמאי, ספסופה ושפר. בכל אחת משנות המחקר נערך ניסוי "הפחתת מזון זמין" לטורפים באחד משלושת היישובים, שהיוו את חזרות הניסוי. במלך תקופה זו התבצע מעקב אחר:

- א. פעילות הטורפים (שועלים ותנים) כתלות בטיפול "הפחתת מזון זמין".
- ב. פעילות הנטרפים (חברת היונקים הקטנים בדגש על מכרסמים) בשניים מהיישובים, כתלות בפעילות טיפול "הפחתת מזון זמין" לטורפים.

דיגום טורפים

לכידת שועלים ותנים בוצעה בעזרת מלכודות רגל ע"פ השיטות שגובשו במחקר קודם (דולב 2006) ולאחריה בוצע מישודור שלהם בעזרת קולרי רדיו טלמטריה. קולרים אלה מאפשרים מיקום בע"ח בזמן אמת וכללו חיישן מוות שנותן אות מיוחד כאשר החיה מתה ובדרך זו מאפשר התחקות אחר שיעור השרידה. מרגע הלכידה, הוחל במעקב אחר הטורפים (שועל ותן) שכלל מעקב אחר דפוסי פעילותם בשעות הלילה במושב. מעקב אחר החיות הממושדות בוצע בתדירות של 1-2 לילות בשבוע (1-10 מיקומים בלילה), בכדי לקבל מידע על תחום מחייתם ואזורי שיחור המזון. במקביל, שימשה שיטה זו ללמוד על תגובתם של השועלים והתנים לניסוי "הפחתת מזון זמין". המעקב אחר כל פרט בוצע עד תום פעולת משדר (כ-18 חודשי סוללה) או עד מות החיה, אי לכך בכל אחת מן השנים נמשך המעקב גם אחר הפרטים שמושדרו בחזרות הניסוי הקודמות. ביישוב האחרון, בוצעו שתי עונות לכידה ודיגום, כאשר בשנה השנייה הוכנסו לשימוש קולרי GPS לחלק מן השועלים למעקב אחר החיות מרדת החשיכה ועד לזריחה (מיקום כל רבע שעה). קולרי ה-GPS מספקים מידע ברזולוציה גבוהה בפרק הזמן הקרוב לניסוי ומאפשרים בחינה מדוקדקת של השפעת סילוק המזון על דפוסי שיחור המזון של שועלים.

ניסוי "הפחתת מזון"

המחקר נערך בשלושה מושבים שלולי מטילות מהווים את ענף חקלאות בע"ח העיקרי או הבלעדי בו, ושאיין בהם הסדרה של פסדים: כפר שמאי, ספסופה (כ. חושן) ושפר. בכל אחד מן המושבים (בנפרד), לאחר כארבעה חודשי מעקב אחר טורפים, הוחל בניסוי מבוקר הבוחן את השפעתה של הפחתת זמינות המזון על אוכלוסיית הטורפים המשחרים למזון בתחומי המושב מחד, ומאידך את ההשפעות העוקבות על חברת היונקים הקטנים באזור הסמוך לו. לצורך כך חולק כל אחד מן המושבים לשני אזורים (צפון/דרום). האזור הדרומי בכפר שמאי ($n=21$ לולים) וספסופה ($n=25$) והאזור הצפוני בשפר ($n=6$), הוגדרו כמרחב הניסוי. בכניסה לכל אחד מן הלולים הפעילים במרחב זה הוצב פח אשפה והחקלאים התבקשו על ידנו לזרוק את כל הפסדים (העופות המתים) לתוכו. פינוי הפחים נעשה על ידנו במהלך ארבעה חודשים לפחות, בתדירות של 1-3 פעמים לשבוע (לאחר שקילה של כמות הפסדים) למכולה גבוהה באתר פסולת שאיננה נגישה לטורפים. מושב שפר, בניגוד לשני המושבים הראשונים כולל כמות משקים קטנה יחסית ומבנה מרחבי מעוגל לעומת מבנה מרחבי מוארך של כפר שמאי וספסופה. אי לכך ההפרדה מרחבית בין שני חלקי המושב פחות טובה. כתוצאה מכך, בוצע ניסוי סילוק המזון בשפר בשני

שלבם: בשלב הראשון פונתה פסולת בשליש מהלולים (n=6) המהווים את כל הלולים הפעילים בחלקו הצפוני של המושב למשך 11 חודשים. בשלב השני פונתה הפסולת מכל הלולים בישוב (n=22) למשך 4 חודשים. במהלך תקופת ניסוי זו בוצע פינוי מאזורי הטיפול בהיקפים המתוארים בטבלה 1.

| מושב | משקל כולל של פסדים שפוננו (טון) | מספר לולים בניסוי | תקופת פינוי (חודשים) | משקל פסדים ליום באזור הטיפול (ק"ג) | מס' לולים כולל במושב | הערכת משקל פגרים כולל ליום. |
|------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| כפר שמאי | 1.5 | 21 | 4 | 13 | 40 | 26 |
| ספסופה (כ. חושן) | 2.2 | 25 | 4 | 19 | 60 | 50 |
| שפר – שלב א' | 0.45 | 6 | 11 | 1.6 | 22 | 6 |
| שפר – שלב ב' | 1.17 | 22 | 4 | 8.3 | 22 | 8.3 |

טבלה 1 – היקפי פינוי פסדים (פגרי עופות) בחזרות הניסוי במושבים בגליל.
 בהנחה שטורפים כשועל ותן זקוקים לכ-0.5 ק"ג מזון ליום, עשויה כמות מזון שכזו (טבלה 1) לכלכל כמות רבה של שועלים ותנים בכל יישוב וסביבו.

דיגום יונקים קטנים

דיגום יונקים קטנים במרחב של שניים מהיישובים (כפר שמאי וספסופה - כ. חושן) נערך במהלך השנים 2006-2009. סביב כל אחד משני היישובים בוצעו לכידות של יונקים קטנים בשלושה אתרים המאופיינים בחורש ים תיכוני: שני אתרים סמוכים ליישוב (באזור טיפול "הפחתת מזון זמין לטורפים" ובאזור הביקורת) ואתר נוסף מרוחק המייצג את המערכת האקולוגית השכנה (סה"כ שישה אתרי לכידה). בכל אתר הונחו 60 מלכודות שרמן בליל לכידה בנקודות קבועות ומסומנות, אשר נפתחו בשעות אחר הצהריים ונבדקו להמצאות מכרסמים עם זריחה. הפרטים שנלכדו זוהו (מין וזוויג), נמדדו (מצב רבייתי, מסה, אורך רגל) וסומנו באופן אינדיווידואלי באמצעות תג אוזן. החל מדצמבר 2006 ועד מאי 2009 נערכו לכידות בשתי עונות עיקריות: סתיו (אוגוסט-נובמבר) ואביב (מרץ-מאי) (ראה טבלה). בנוסף נערכו לכידות בקיץ 2008 כדי ליצור רציפות. כל עונת לכידה כללה לפחות שתי סדרות לכידה של 4 לילות רצופים, בהפרש של חודש, בכל אחד מהאתרים. הלכידה נעשתה במקביל בשלושת האתרים שסביב ליישוב (180 מלכודות בלילה), בלילות בהם אור הירח מועט.

נתוני הלכידה נותחו באמצעות המודול Robust design בתוכנה MARK (White and Burnham, 1999) העושה שימוש בהיסטוריית הלכידות של כל פרט להערכת הגודל והשרידה של כל אוכלוסייה. באמצעות התוכנה נעשתה השוואה בין מודלים שונים ועל פי ערך Akaike's Information Criteria (AIC) שמקבל כל מודל, ניתן להצביע על המודלים המייצגים את המציאות בצורה הטובה ביותר (Burnham and Anderson, 1998). בנוסף, נעשה חישוב של אינדקס למצב הגופני של הפרטים מתוך משוואת הרגרסיה של מסת הגוף כנגד אורך הרגל האחורית, פרמטר אובייקטיבי של גודל גוף.

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2006 | | | | 2007 | | | | | | | |
| Shammay | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug |
| | 2007 | | | | 2008 | | | | | | | |
| | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug |
| | 2008 | | | | 2009 | | | | | | | |
| | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug |
| | 2007 | | | | 2008 | | | | | | | |
| Hoshen | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug |
| | 2008 | | | | 2009 | | | | | | | |
| | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug |

טבלה 2 - התאים האפורים מייצגים חודשים בהם נערכה סדרת לכידה והמשובצים מייצגים תקופה של טיפול סניטרי.

תוצאות

מעקב אחר אוכלוסיות הטורפים:

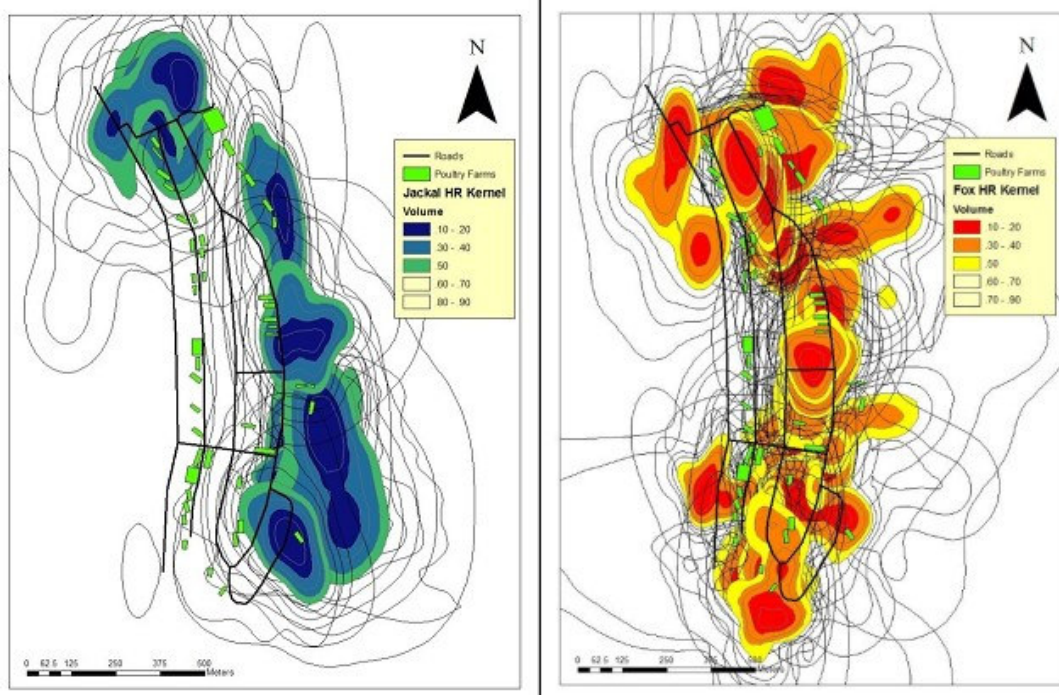
א. לפני ניסוי הפחתת מזון

במהלך שנות המחקר נלכדו ומושדרו 52 שועלים ו-19 תנים בתחומיהם של שלושה מושבים בגליל (טבלה 3). צפיפות הטורפים המוצגת חושבה לפי מס' הלכידות בלבד, ולכן מהווה ערך מינימאלי. ניתן לראות שצפיפות זו הייתה דומה בערכה בין 3 המושבים ועמדה במוצע על כ-36 שועלים וכ-13.5 תנים לקמ"ר בתחומי כל מושב בנפרד. מאחר ומאמץ הלכידות היה דומה ב-3 השנים, ניתן להעריך שערך זה קרוב לכושר הנשיאה של השטח במצב של ממשק הלולים טרם הפעלת הניסוי.

| ישוב | # לכידות שועלים | # לכידות תנים | שטח מיושב (קמ"ר) | מס' לולים פעילים | צפיפות שועלים (קמ"ר) | צפיפות תנים (קמ"ר) |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| כפר שמאי | 17 | 7 | 0.472 | 40 | 36 | 15 |
| ספסופה | 18 | 6 | 0.471 | 60 | 38 | 13 |
| שפר שלב א' | 8 | 3 | 0.24 | 22 | 33 | 13 |
| שפר שלב ב' | 9 | 3 | 0.24 | 22 | 38 | 13 |
| ממוצע | 52 | 19 | | | 36.25 | 13.5 |

טבלה 3 – מס' לכידות תנים ושועלים בשנה הראשונה (כפר שמאי) ובשנה השנייה (ספסופה). צפיפות הטורפים חושבה לפי מס' פרטים שנלכדו לקמ"ר (הערכת מינימום).

בחינת פיזור תחומי מחייתם של השועלים והתנים המוצגת עבור האזור המיושב בכפר שמאי לפני הפעלת ניסוי "הפחתת המזון" (איור 1) מלמדת על חפיפה רבה בין הפרטים באזור שיחור המזון במושב, ועל צפיפות גבוהה מאוד. רבות מהתצפיות הישירות היו בפרטים לא ממושדרים, והדבר מחזק את ההערכה שמספרם היה גבוה יותר. תוצאות מפורטות של המעקב אחר הטורפים ותגובתם לניסוי "הפחתת המזון הזמין" מוצגות בנפרד עבור כל אחד מן היישובים.

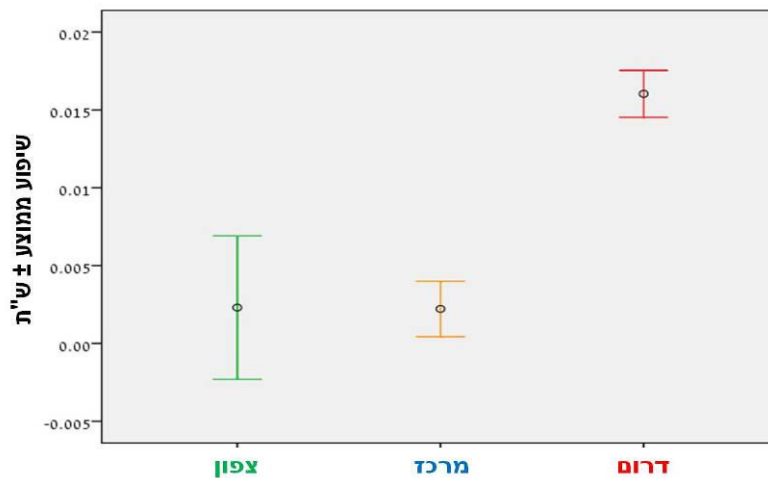


איור 1 – תחומי המחיה של 17 שועלים (a) ו-7 תנים (b) בתחומי המושב כפר שמאי.

1. כפר שמאי

שינוי בגודל תחום מחיה

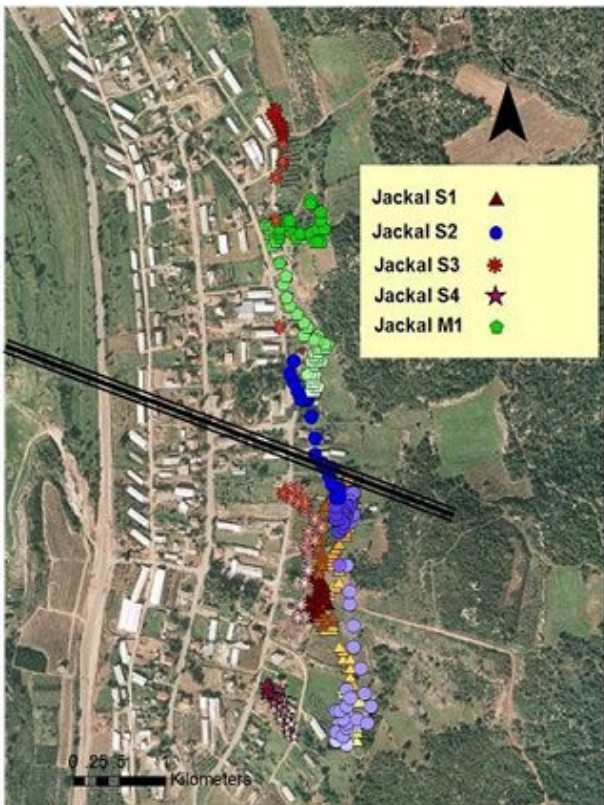
חישוב השינוי בגודל תחום המחיה בשנה הראשונה, בוצע עבור כל פרט בנפרד לאורך הזמן מתחילת הניסוי ע"פ עקרון של ממוצע רץ, כאשר חישוב גודל תחום המחיה נעשה עבור 30 נקודות זמן עוקבות (t_1-t_{30}), ולאחריו חישוב גודל תחום המחיה עבור (t_2-t_{31}) , (t_3-t_{32}) וכך הלאה. עבור כל פרט הותאם קו מגמה וחולץ השיפוע. שועלים: גודל תחום המחיה של השועלים בחלקו הדרומי של המושב גדל בצורה משמעותית (איור 2) ביחס לאזורים האחרים לאחר תחילת הניסוי ($F=21.59$, $df=2$, $p<0.001$), ומשמעות הדבר שהשועלים נאלצו להרחיב באופן משמעותי את אזורי שיחור המזון לאחר הפעלת ניסוי "הפחתת המזון". תנים: גדלי מדגם קטנים עבור התנים לא אפשרו לבצע השוואה אמיתית בין הצדדים של המושב, אך תחומי המחיה של התנים באזור הדרומי והמרכזי גדלו פי 2 לערך במהלך תקופת הניסוי ($Z=2.02$, $p=0.04$, $n=5$).



איור 2 – שיעור השינוי בגודל תחום המחיה של שועלים לאחר ניסוי "הפחתת מזון", כאשר האזור הדרומי הוא אזור ביצוע הניסוי.

שינוי באזורי הפעילות

מעקב אחר השועלים הראה שבתחילה הם נותרו באזור הניסוי, אולם אט אט החלו לעבור לשטחים החקלאיים והטבעיים בשולי המושב. אצל התנים, לעומת זאת, נראתה תנועה ברורה לכיוון צפון (איור 3) אל עבר האזור שלא היה חשוף לניסוי "הפחתת המזון" (מעבר לקו השחור). מגמה זו אפיינה את כל הפרטים בתקופה זו.

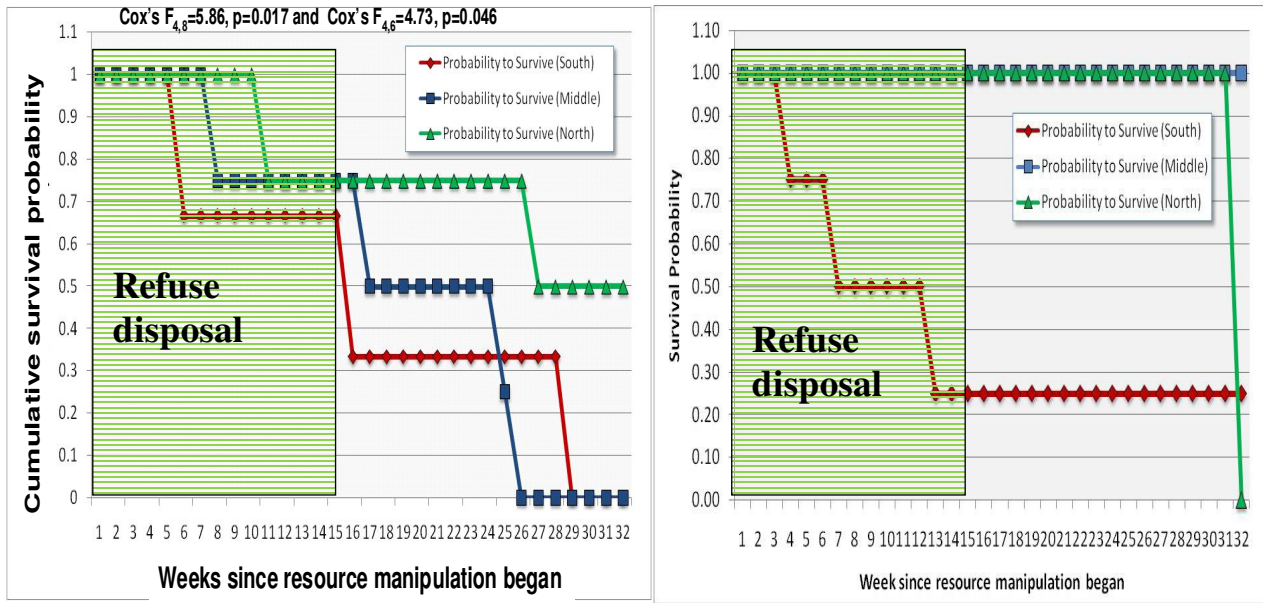


איור 3 – דגם התנועה צפונה של התנים כתוצאה מהפעלת ניסוי "הפחתת מזון". כל סימן מייצג פרט נפרד. הגוון מייצג את הזמן מתחילת המעקב (בהיר מוקדם וכהה מאוחר).

שרידת טורפים

עם תחילת ניסוי "הפחתת המזון" נראתה תמותה רבה בקרב השועלים והתנים, ועד סוף תקופת המחקר רק 18% מהשועלים ו-33% מהתנים הממושדרים שרדו. בכדי להבחין בין תמותה טבעית להשפעת הניסוי, בוצעה השוואה בין האזורים (איור 4).

לאחר תחילת הניסוי נראתה ירידה משמעותית בשרידה המצטברת של שועלים, עד לתמותה מוחלטת של השועלים בחלקו הדרומי והמרכזי במהלך 8 חודשי מעקב. השרידה באזור הצפוני הייתה בשיעור דומה לנתוני עבר (דולב 2006). שרידת התנים באזור הדרומי הייתה 25% ב-8 חודשי מעקב, לעומת 100% שרידה באזור הצפוני (פרט יחיד).

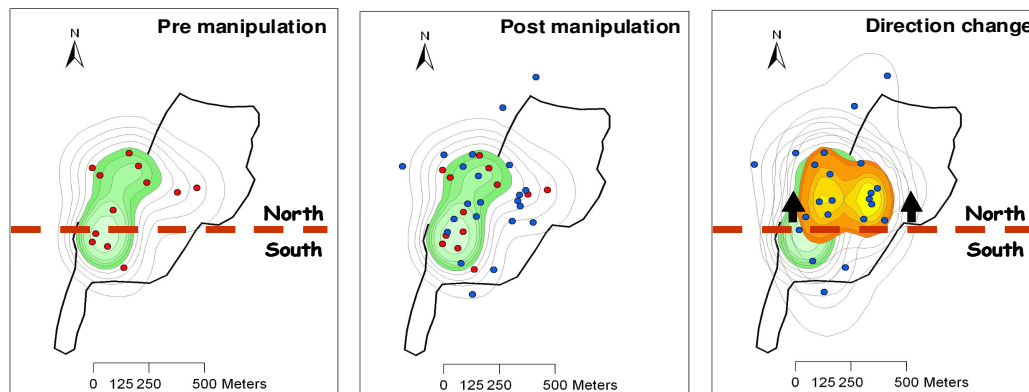


איור 4 – שרידה מצטברת של שועלים (a) ותנים (b) מראשית ניסוי "הפחתת המזון".

2. ספסופה (כ. חושן)

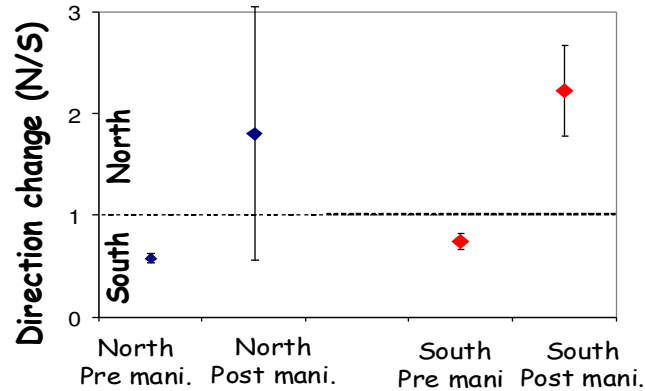
שינוי באזור מרכז הפעילות

בשנה השנייה לימוד דפוס השינוי בתנועה המרחבית, נעשה ע"י חישוב מרכז הפעילות של כל חיה לפני הניסוי ולאחריו, ע"י השוואת כיוונית התנועה לפני ואחרי ניסוי סילוק המזון ולא ע"י השוואת תחומי מחייה עקב גודל מדגם קטן של מיקומים (איור 5).



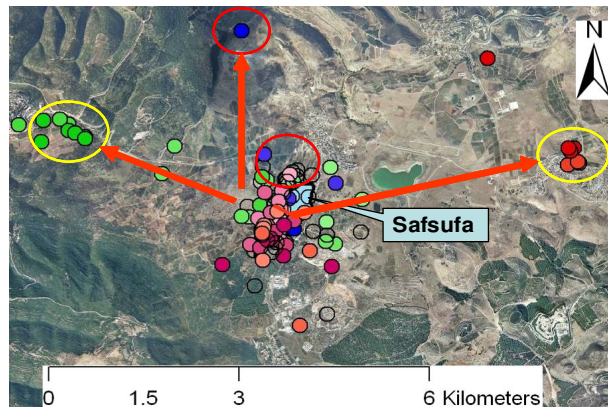
איור 5 – שינוי פעילות אחד השועלים כתלות בניסוי סילוק המזון. הנקודות באדום כוללות את המיקומים לפני הניסוי, והמפה בירוק מבטאת את מרכז תחום הפעילות בשלב זה. הקו האדום מבטא את קו הרוחב של מרכז הפעילות. הנקודות בכחול והמפה בגווני כתום מבטאים את המיקומים ומרכז הפעילות לאחר הניסוי. מגמת השינוי מוצגת באיור הימני.

שועלים: ניתוח מגמת שינוי מרכזי הפעילות של השועלים בספסופה (איור 6), מלמד שמרכז הפעילות הממוצע של השועלים בדרום ובצפון המושב היה בחלקו הדרומי של המושב. 8 חודשים לאחר תחילת ניסוי סילוק המזון, נצפה שינוי מובהק במרכז פעילות השועלים ומגמת תנועה שלהם צפונה גם בקרב השועלים שנלכדו בדרום המושב וגם בקרב השועלים שנלכדו בצפון המושב ($P < 0.0001$, Fisher's combined p value).



איור 6 – שינוי כיוון של מרכזי הפעילות בשועלים לפני ואחרי תחילת סילוק המזון. בכחול מוצגים השועלים מחציו הצפוני של המושב, ובאדום השועלים מחציו הדרומי.

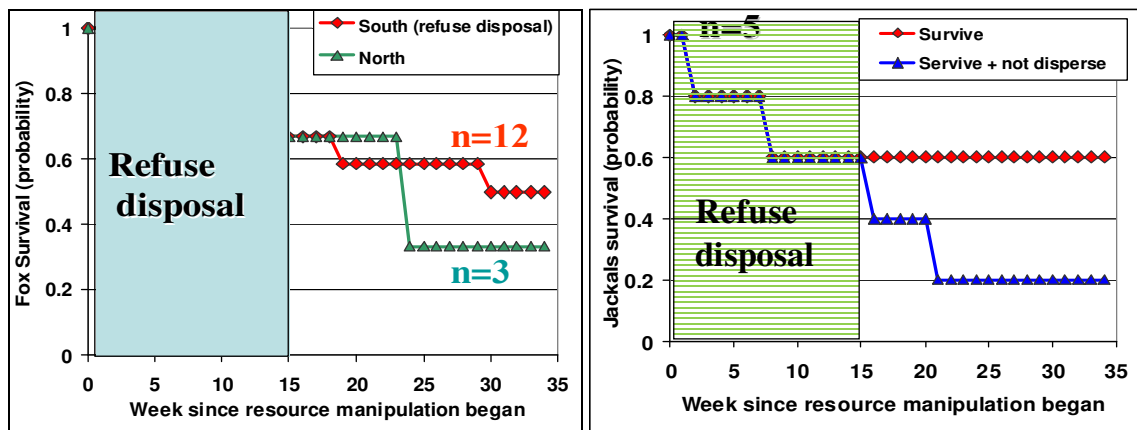
תנאים: השינוי במגמת התנועה של התנים שפעלו מתחילת הניסוי ($n=5$) הראה ש-80% מהם עזבו את אזור המושב תוך חודשים ספורים לטווחים של עד 5-4 ק"מ (איור 7), כאשר 2 מהם לא שרדו (עיגול אדום).



איור 7 – דגם התנועה מחוץ למושב ספסופה של התנים כתוצאה מהפעלת ניסוי "הפחתת מזון". כל סימן מייצג פרט נפרד. הגוון מייצג את הזמן מתחילת המעקב (בהיר מוקדם וכהה מאוחר).

שרידת טורפים

בתקופה של 8 חודשים לאחר תחילת הניסוי שרדו 58% מהשועלים בספסופה. בתנים ניכרה בנוסף לתמותה, גם עזיבה ניכרת את המושב, ופחות מ-20% מהם נותרו לאחר כ-30 שבועות מתחילת הניסוי (איור 8).



איור 8 – שרידת שועלים משלב תחילת ניסוי סילוק המזון. ספסופה (a) בשנה השנייה ובכפר שמאי (b) בשנה הראשונה. באזור הדרומי בוצע סילוק המזון בשני המושבים.

בגלל המבנה המרחבי של מושב זה (מבנה מעגלי, איור 9), בוצע הניסוי בשני שלבים כאשר בשלב א' בוצע פינוי הפסדים (פגרי עופות) בשליש הצפוני של המושב (מצפון לקו המקווקו), ובשלב ב' בוצע הפינוי במושב כולו.

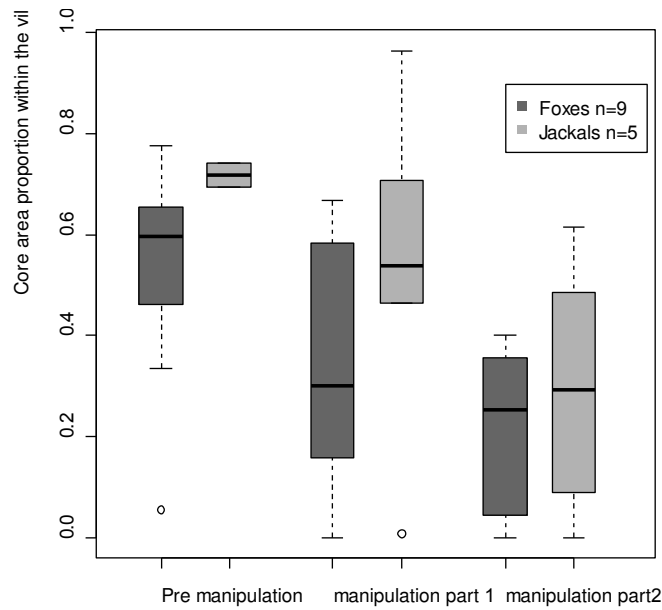


איור 9 - אזור המחקר סביב הישוב שפר. הישוב הנו מעגלי וקטן בשטחו, ומוקף בשטחי חורש טבעי או מעורב באורנים נטועים. האזור בו התבצעו לכידות ומירב פעילות הדגימה מסומן בקו צהוב. בשלב א' בוצעו הלכידות מצפון לקו השחור.

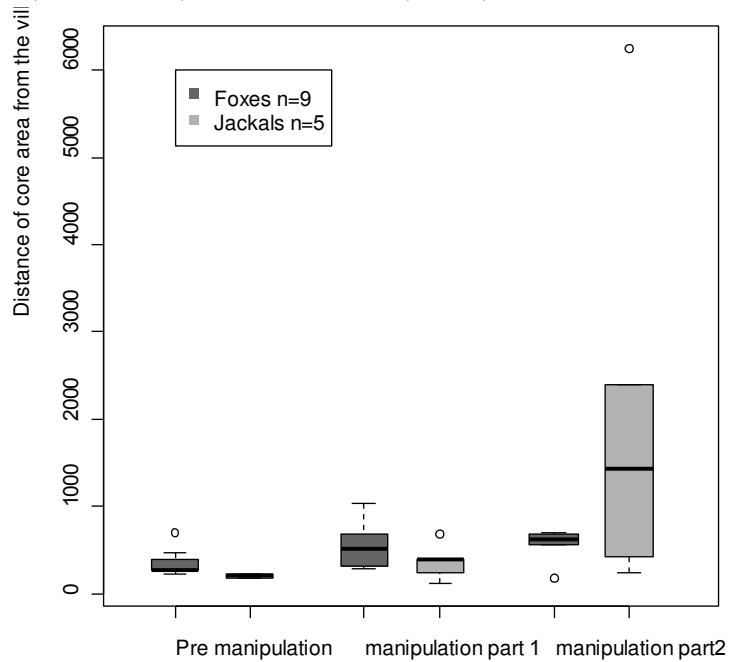
שינוי בגודל תחום מחיה

תגובת השועלים לשלב א' של הניסוי כללה תזוזה של ליבת תחום המחיה (50% home range) מחוץ לתחום הישוב אל השטח הטבעי או חקלאי שמסביבו (נקבע בעזרת utilization distribution calculated using kernel density estimator). תנועה זו הייתה הדרגתית לאורך שני שלבי הטיפול (איור 10), ומהווה אינדיקציה לכך שמקור המזון העיקרי בישוב הוא פסדים המושלכים על פי רוב בשולי הלול. מדד נוסף שנבדק הוא התרחקות ליבת תחום המחיה ממרכז הישוב. מדד זה בא להבליט את השוני בתגובת תנים לעומת שועלים (איורים 11, 12). אצל השועלים הייתה תזוזה מועטה מאוד בשלב א' וגם בשלב ב' שלאחריו תוך עיקר התגובה היתה בשינוי העדפת בית הגידול אל מחוץ למושב. לעומתם, אצל התנים בשלב א', כמעט ולא ניכר שינוי בפעילות המרחבית של התנים במושב ($n=2$), אך בשלב ב' חלה שינוי חד ועזיבת תחום המחיה הקודם. שלושה מתוך חמשת התנים נטשו את תחום המחיה ועברו למצב של שוטטות על פני שטח גדול. פרט רביעי הזיז בצורה ניכרת את תחום המחיה שלו לכיוון הישוב אמירים הסמוך, ולמעשה לאחר 4 חודשים מתחילת שלב ב' של הטיפול, נותר תן ממשודר אחד באזור שפר. יתכן שמקורו של הבדל זה בתגובת תנים לעומת שועלים, בכך שתנים נסמכים באופן רב על פסולת אנושית וחקלאית, בעוד ששועלים נסמכים במידה לא מועטה גם על מקורות מזון טבעיים.

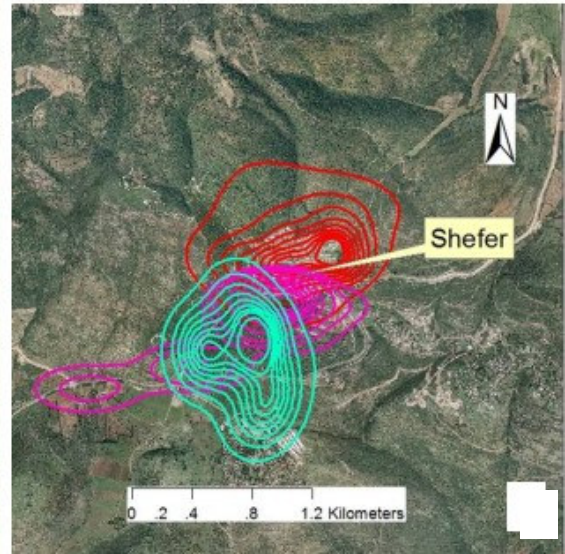
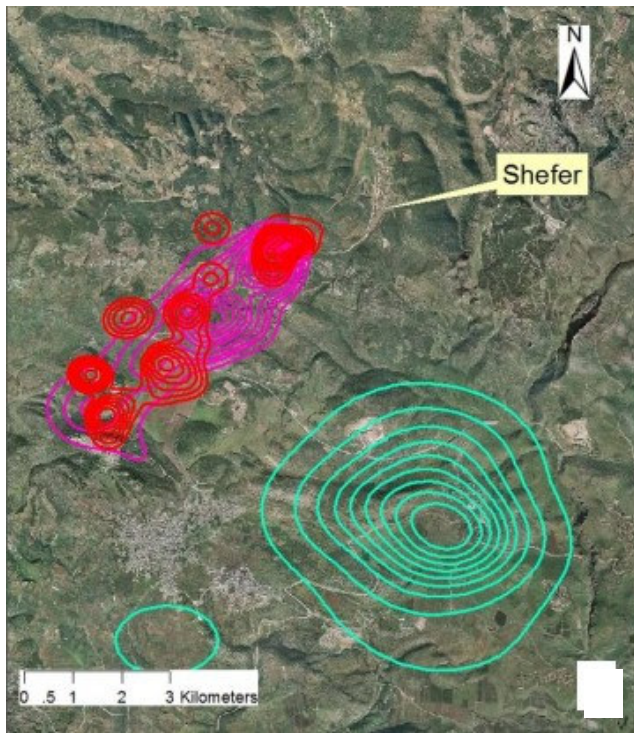
תגובה מרחבית של שועלים נושאי משדרי G.P.S במהלך החודש הראשון של שלב ב' בטיפול לא כללה הגדלה או שינוי משמעותי של תחום המחיה. שינויים בתחום המחיה כפי שנמדדו בשועלים נושאי משדרי רדיו מתרחשים ככל הנראה בהדרגה במשך מספר חודשים. ניתוח דפוסי שיחור המזון במרחב ברזולוציה גבוהה נמצא בשלבי עיבוד.



איור 10 - פרופורציית הליבה של תחום המחייה של הטורפים בתוך תחום הישוב כמדד להעדפת בית-גידול. פרופורציית הליבה של תחום המחייה בתוך הישוב קטנה בהדרגה בין שלבי הטיפול השונים הן בתנים והן בשועלים. התנים והשועלים הגיבו באופן דומה (לא הייתה אינטראקציה בין משתנה הטיפול לבין משתנה המין - species).



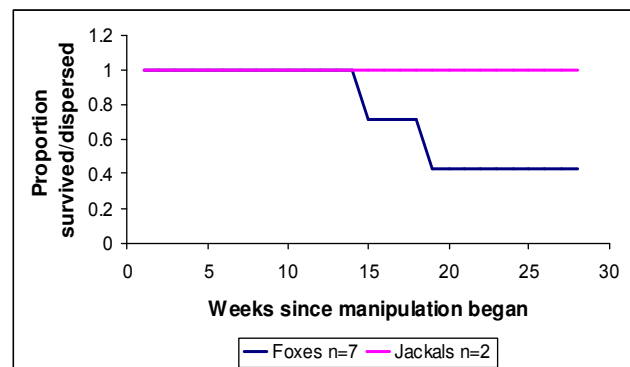
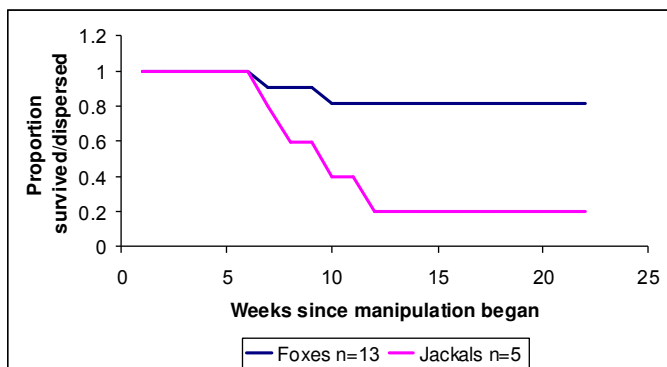
איור 11 - מרחק ליבת תחום המחייה ממרכז הישוב. ניתן לראות מגמת התרחקות בשועלים ובתנים של ליבת תחום המחייה, אך ישנו הבדל מובהק באופי התגובה בין תנים לשועלים. שועלים הגיבו בהדרגה ע"י הזזת תחום המחייה החוצה אל השטח הטבעי, כפי שניתן לראות גם בגרף הקודם המתאר העדפת בית גידול. תנים לעומת זאת הגיבו באופן חד יותר ע"י נטישת תחום המחייה ומעבר לשוטטות בחיפוש אחר אזור התבססות חדש.



איור 12 - תחומי מחייה של שלושה תנים כדוגמא, לפני השלב השני של הטיפול (1), ובמשך השלב השלישי (2). ניתן לראות שינוי ניכר בגודל תחום המחייה, ובהתרחקות משמעותית מהישוב. פרטים אלו למעשה נטשו את תחום המחייה המקורי שלהם ועברו למצב של שוטטות מתמדת.

שרידת טורפים

מאחר ושפר הינו יישוב בעל מבנה מעגלי, יכולת השייך של השרידה לאזור הטיפול מוגבלת יותר. עם זאת ניתן לראות שבשלב א' (בו בוצע פינוי של שליש מכמות הלולים), שרדו 40% מהשועלים 8 חודשים לאחר תחילת הניסוי, בעוד שבאותו שלב לא חל כל שינוי בשרידה ובהגירה של התנים. מרגע תחילתו של שלב ב' (בו בוצע פינוי מכל הלולים במושב) חלפו עד כה 5 חודשים ולכן קיים קושי להשוותו באופן מלא לחזרות הניסוי הקודמות. עד כה ניכרת שרידה של כ-80% מהשועלים בשלב זה, אולם כבר ניתן לראות שחלה פחיתה ניכרת בפעילות התנים במושב (נותרו 20%). בתחום המושב נותר פרט אחד, ואחד נוסף נמצא במושב השכן, בעוד כל האחרים הרחיקו מספר ק"מ מהמושב.



איור 13: שרידה והגירת תנים ושועלים מצטברת במושב שפר, לאורך הזמן מתחילתם של שני שלבי הטיפול (1) שלב א', (2) שלב ב'. בשני השלבים בוצע פינוי פגרים בכל משך התקופה המוצגת.

בחירת ההבדלים בהשפעת ניסוי "הפחתת מזון זמין" על שיעור השרידה של השועלים (עבורם היה מידע מספק), נעשתה בעזרת מודולת known faith בתכנת MARK, המותאמת לניתוח שרידה של אוכלוסיות של בע"ח ממושדרים במשדרי רדיו עם חיישן תמותה (המאפשר לדעת את גורל החיה). במודולה זו נבדקו מספר רב של מודלים אפשריים (הבדל בין המושבים השונים, השפעת טיפול, הבדל בין שנים, עונת שנה, והשוואה לשטחים טבעיים (על בסיס נתונים מדולב 2006)). ההשוואה בין המודלים נערכה באמצעות AIC (Akaike Information Criterion) המדרג את המודלים באופן יחסי לפי יכולתם להסביר את נתוני השרידה. ניתוח זה כלל את המידע משתי חזרות הניסוי הראשונות (כפר שמאי וספסופה), כאשר בהמשך ישולב הניתוח גם למושב השלישי.

| # | Model | QAIC | Parameters | Delta | Likelihood | Weights | Deviance |
|----|-------------------------------|--------|------------|-------|------------|---------|----------|
| 1 | {t(treat), g(p.sites)} | 419.74 | 7 | 0.00 | 1.00 | 0.47 | 230.28 |
| 2 | {t(treat season), g(p.sites)} | 419.94 | 9 | 0.19 | 0.82 | 0.38 | 226.48 |
| 3 | {t(treat), g(p.sites gender)} | 421.33 | 8 | 1.58 | 0.21 | 0.10 | 229.86 |
| 24 | {t(.), g(p.sites)} | 435.49 | 6 | 15.74 | 0.00 | 0.00 | 248.03 |
| 25 | {t(season), g(p.sites)} | 435.68 | 8 | 15.94 | 0.00 | 0.00 | 244.22 |
| 28 | {t(.), g(p.sites gender)} | 437.41 | 7 | 17.66 | 0.00 | 0.00 | 247.87 |

טבלה 4 - השוואת מודלים לשרידת שועלים בגליל בעזרת מודולת Known-Fates בתכנת MARK. המודלים כללו משתנים של: שנה, עונה, תקופת טיפול (treat), יישובי לולים ואזורים טבעיים. ניתן לראות כי שלושת המודלים בעלי הדירוג הגבוה ביותר (AIC הנמוך ביותר) כוללים את משתנה הטיפול, בעוד שמודלים מקבילים שאינם כוללים משתנה זה מקבלים את הדירוג הנמוך ביותר (AIC הגבוה ביותר).

בטבלת התוצאות לכל מודל ערך AIC weight המציין את המשקל היחסי שלו ביחס למודל המתאים ביותר. כל המודלים המובילים כללו את אפקט של "טיפול הפחתת מזון זמין" (treat), כאשר 3 טובים ביותר (טבלה 4, 3-1) לא נבדלו באופן מובהק זה מזה ($QAIC_c < 2.0$). מודלים אלו כללו בנוסף לטיפול גם אפקט של היישוב, זווית, ועונה (כל אפקט הופיע במודל אחד). השוואת שלושת המודלים המובילים למודלים מקבילים ללא הטיפול הראתה שמודל 1 תואם פי 40,000 ממודל 24 המקביל לו, מודל 2 תואם פי 38,000 ממודל 25 המקביל לו, ומודל 3 תואם פי 9,000 ממודל 28 המקביל לו.

הערכת שיעורי השרידה נעשתה באמצעות ממוצע משוקלל של כלל המודלים בהתאם לסבירותם היחסית. ערך השרידה החודשי המשוקלל הומר לערך שרידה שנתי (טבלה 5). ניתן לראות שבספסופה ירד שיעור השרידה פי 2 לערך, ובכפר שמאי ירד שיעור השרידה של השועלים פי 8 לערך כתוצאה מהטיפול.

| ספסופה | כפר שמאי | |
|--------|----------|----------------------------|
| 88.6 | 69.4 | שיעור שרידה לפני טיפול (%) |
| 44.7 | 8.8 | שיעור שרידה לאחר טיפול (%) |

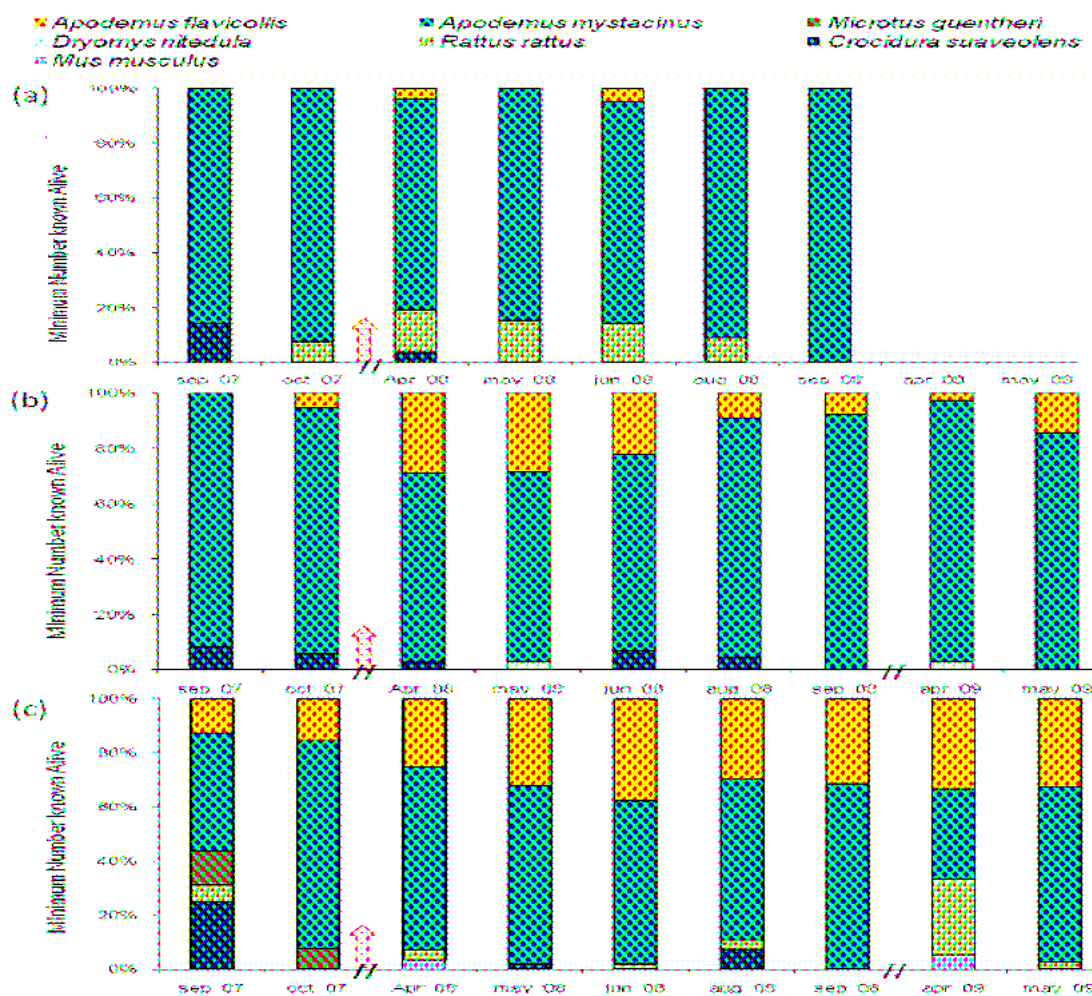
טבלה 5 – שיעור שרידה שנתי של שועלים כתלות ב"טיפול הפחתת מזון זמין" בשני מושבים ראשונים.

חברת היונקים הקטנים

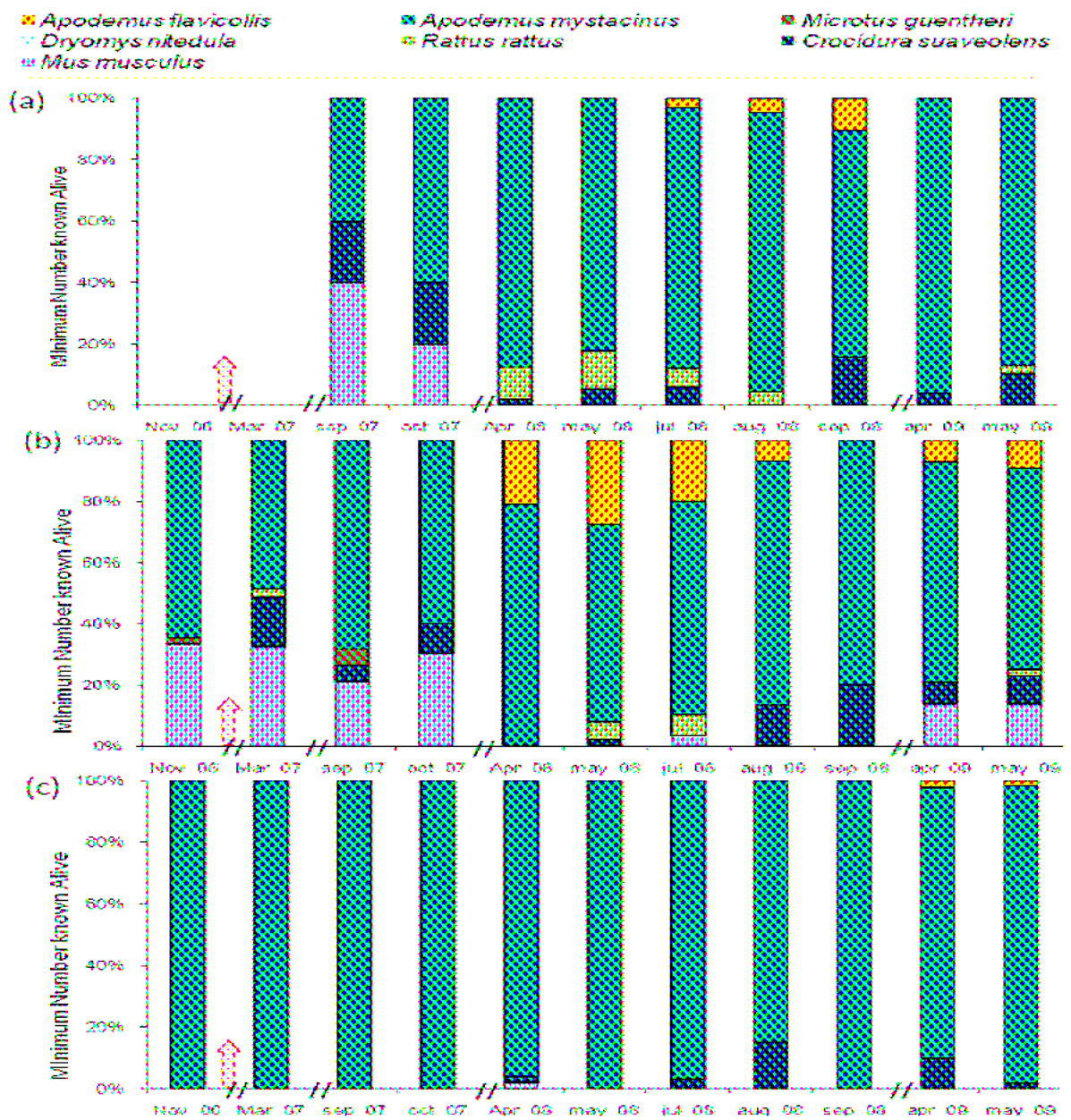
במהלך תקופת המחקר, היו 2607 אירועי לכידה של יונקים קטנים בכלל האתרים מהמינים: יערון גדול (*Apodemus mystacinus*), יערון צהוב צוואר (*Apodemus flavicollis*), עכבר מצוי (*Mus musculus*), נברן השדה (*Microtus socialis*), חולדה מצויה (*Rattus rattus*), חדף קטן (*Crocidura suaveolens*) ונמנמן עצים (*Dryomys nitedula*). בכל האתרים, היווה היערון הגדול מין דומיננטי, בעוד יתר המינים ליוו אותו במספרים נמוכים שהשתנו בזמן ובין האתרים באופן בלתי סדיר (איורים 13,14).

בספסופה, המין השני בחשיבותו לאחר היערון הגדול נבדל בין שני האתרים שבקרבת הישוב. באתר הביקורת הייתה זו חולדת הבית (שמעולם לא הופיעה באתר הטיפול) בעוד באתר הטיפול היה זה יערון צהוב צוואר. האתר הטבעי המרוחק מהישוב היה דומה יותר לאתר הטיפול והתאפיין בעושר המינים הגבוה ביותר, הודות ללכידות בודדות של חולדות בית, עכברי בית ונברני שדה. חלקו של היערון צהוב צוואר בחברה גדל בכל האתרים במהלך אביב 2008. מאוחר יותר המין נעלם מאתר הביקורת, התמעט באתר הטיפול ונותר יציב באתר הטבעי. שתי הלכידות היחידות של נמנמנים עצים במהלך המחקר התרחשו באתר הטיפול בספסופה (איור 13).

בכפר שמאי, הרכב חברת היונקים הקטנים היה שונה בין האתרים ובנוסף, בשני האתרים בקרבת הישוב חלו שינויים דרסטיים במהלך הזמן (איור 14). באתרים אלו, היה עכבר הבית המין השני בחשיבותו (לאחר היערון הגדול) עד לאוקטובר 2007, אז נעלם. באתר הטיפול חלה היעלמותו במקביל להופעת היערון צהוב צוואר ובאביב 2009 נלכדו שוב פרטים של עכבר בית. לעומת זאת באתר הטבעי, שמר היערון הגדול על מקומו כמין יחיד בחברה במהלך כל תקופת המחקר.



איור 13 - התפלגות המינים בספסופה. (a) ביקורת (b) טיפול (c) טבעי. מוצג החלק היחסי של מספר הפרטים המינימאלי הידוע (MNA) בכל מין. התחלת תקופת הטיפול מיוצגת על ידי החץ האדום.



איור 14 - התפלגות המינים בכפר שמאי. (a) ביקורת (b) טיפול (c) טבעי. מוצג החלק היחסי של מספר הפרטים המינימאלי הידוע (MNA) בכל מין. התחלת תקופת הטיפול מיוצגת על ידי החץ האדום. אוכלוסיות היערון הגדול

היקף הלכידות הגבוה של פרטים מהמין יערון גדול בכל האתרים (60%-97% מתוך MNA של כלל המינים), הביא אותנו להתמקד במין זה בבואנו להשוות בין האתרים ולבחון את השפעת טיפול "הפחתת מזון זמין לטורפים" על אוכלוסיות הנטרפים הפוטנציאליים – היונקים הקטנים.

לצורך בחינת ההבדלים במצב אוכלוסיות היערון הגדול בין היישובים, האתרים, ועונות השנה והשפעת הטיפול, נבחנו בעזרת מודולת robust design בתכנת MARK מגוון רב של מודלים אפשריים. ההשוואה בין המודלים נערכה באמצעות AIC, המדרג את המודלים באופן יחסי לפי יכולתם להסביר את נתוני הלכידה שנאספו.

השוואת המודלים השונים בכפר שמאי ובספסופה (טבלה 6) לא הצביעה על השפעה של הטיפול על שיעורי השרידה של היעורנים. המודלים שכללו השפעה משולבת (אינטראקציה) של האתר וסדרת הלכידה (כלומר שינוי בזמן בשיעורי השרידה כתלות באתר, שיצביע על השפעה של הטיפול) נמצאו כבעלי סבירות אפסית. כמו כן לא נכללו בין המודלים המובילים ($\Delta AIC < 2$), מודלים בהם שיעורי השרידה באתר הטיפול שונים לאחר הטיפול מאלו שבאתרים האחרים.

הגורמים הבאים נמצאו כמסבירים בצורה הטובה ביותר את שיעורי השרידה של היעורן הגדול בכל אחד מן המושבים:

ספסופה - חמישה מודלים נמצאו כתומכים בצורה טובה את נתוני הלכידה. מודלים אלו כללו: השפעת עונה (הבדלים בשיעורי השרידה בין חורף ובקיץ), שרידה קבועה בכל האתרים ובכל סדרות הלכידה, השפעת האתר (הבדלים בשיעורי השרידה בין שלושת האתרים), שיעור שרידה באתר הטבעי השונה מזה שבאתרים הסמוכים לישוב ולבסוף, שרידה שונה באתר הטיפול בתקופת הטיפול. בטבלת התוצאות לכל מודל ערך AIC weight המציין את המשקל היחסי שלו כמודל המתאים ביותר. לשלושת המודלים הראשונים סיכויים של 10%-20% להיות המודלים המתאימים ביותר למציאות. לשני המודלים הבאים סיכויים של 7%-10% להיות כאלה. בכפר שמאי, המודל שהצביע על הבדל בשיעור השרידה בין שלושת האתרים נמצא כבעל הסבירות הגבוהה ביותר. מודלים נוספים שקיבלו מידה סבירה של תמיכה כללו: שיעור שרידה באתר הטבעי השונה מזה שבאתרים הסמוכים לישוב, הבדלים בשיעורי השרידה בין שלושת האתרים בתוספת השפעת העונה ושרידה קבועה (בכל האתרים ובכל סדרות הלכידה).

הערכת שיעורי השרידה נעשתה באמצעות ממוצע משוקלל של כלל המודלים בהתאם לסבירותם היחסית. בשני הישובים שיעורי השרידה באתר הטבעי היו נמוכים מאלו שבאתרים הסמוכים לישוב (איור 15). בספסופה, שיעורי השרידה באתרי הטיפול והביקורת היו דומים, בעוד בכפר שמאי הייתה השרידה באתר הטיפול נמוכה מזו שבאתר הביקורת. בספסופה ניכרו שינויים עונתיים בשיעורי השרידה, שנמצאו נמוכים יותר בחודשי החורף (אוקטובר- אפריל) ביחס לחודשי הקיץ. בשני הישובים ההבדלים בין האתרים נשמרו קבועים ולא השתנו כתוצאה מהטיפול.

הערכת גדלי האוכלוסיות נעשתה אף היא באמצעות ממוצע משוקלל של כלל המודלים בהתאם לסבירותם היחסית ולפיהם חושבו צפיפויות האוכלוסיות (מספר הפרטים ל-4 דונם, שטחו של אתר הדיגום הקטן ביותר). בשני הישובים צפיפות האוכלוסיות באתרים הסמוכים לישוב היו דומות לאלו שבאתר הטבעי המרוחק יותר (איור 16). כמו כן, לא ניכרו הבדלים משמעותיים בין אתרי הטיפול והביקורת כתוצאה מהטיפול. לעומת זאת נראתה השפעה ברורה ודומה בכל האתרים של העונה על אוכלוסיות היעורנים, שצפיפותן הייתה גבוהה באביב וירדה במהלך הקיץ עד למינימום בסתיו. תוצאה חריגה התקבלה בכפר שמאי בנובמבר 2006 כשצפיפות האוכלוסייה באתר הטיפול הייתה גבוהה מזו שבאתר הטבעי, מגמה שהתהפכה במרץ 2007. למרות שתוצאה זו יכולה הייתה להצביע על צפיפות גבוהה של יעורנים בסמוך לישוב, שגיאת התקן הגדולה והעובדה שתוצאה דומה לא חזרה על עצמה באתר זה או באתר הביקורת, מחלישים את יכולתנו להתבסס עליה.

השוואת המצב הגופני של הפרטים בכל ישוב תוך שימוש במבחן ANOVA, נמצאו הבדלים מובהקים בין תקופות הלכידה (ספסופה: $F(7,365)=11.104$, $p<0.0001$, כפר שמאי: $F(8,608)=11.83925$, $p<0.0001$) המעידים על השפעת העונה, אך לא נמצאה אינטראקציה מובהקת בין תקופת הלכידה והאתר (ספסופה: $F(14,365)=0.685$, $p=0.78$, כפר שמאי: $F(16,608)=1.317$, $p=0.18$), כלומר לא נמצא הבדל בין דפוסי השינוי במצב הגופני באתרים השונים. בכפר שמאי נמצא הבדל מובהק בין האתרים ($F(2,608)=4.478$, $p=0.0117$) כשאינדקס המצב הגופני באתר הטבעי היה במובהק נמוך יותר מזה שבאתר הטיפול, אך לא היה שונה מזה שבאתר הביקורת.

המרחקים בין לכידות עוקבות של פרטים היו 0-79.3 מ' עם ממוצע של 9.5 מ'. 22% מתוך כלל הלכידות העוקבות היו באותה המלכודת ופחות מ-5% מהלכידות העוקבות היו במרחק גדול מ-30 מ'.

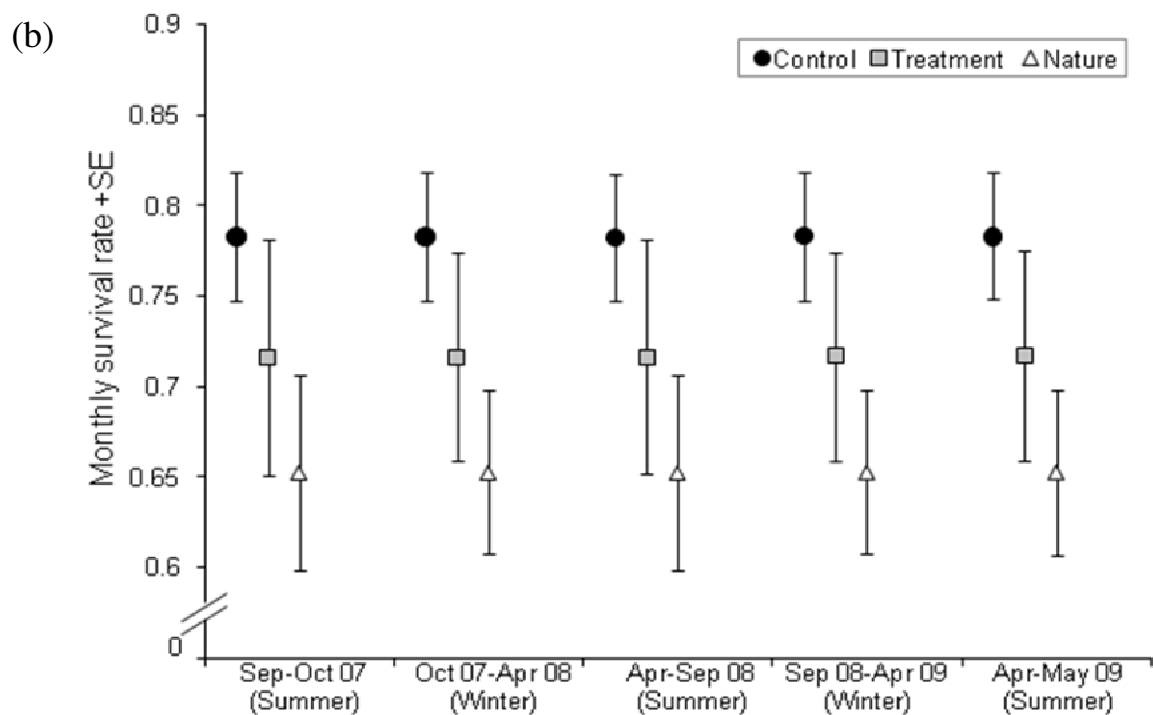
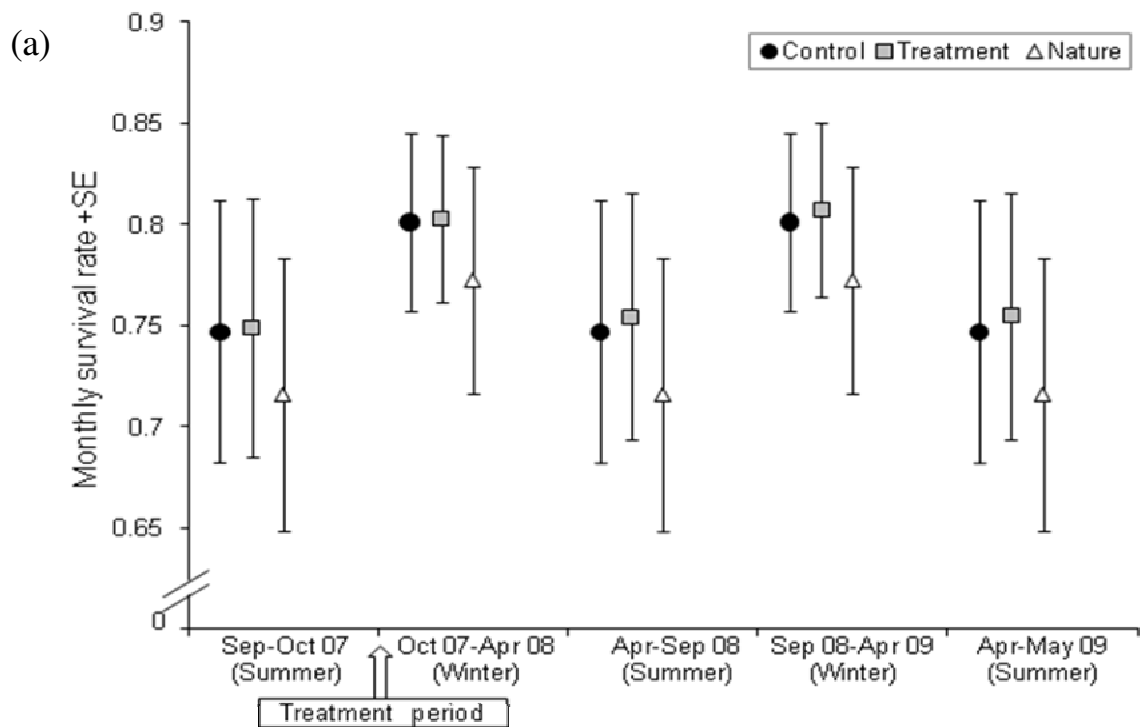
(a)

| MODEL | AICc | Δ AICc | AICc weight | Model likelihood | Num. of parameters | Deviance |
|---|----------|---------------|-------------|------------------|--------------------|----------|
| S(season) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1036.52 | 0 | 0.20708 | 1 | 52 | 596.3737 |
| S(\cdot) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1037.142 | 0.6218 | 0.15174 | 0.7328 | 51 | 599.3016 |
| S(season+ nature dif) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1037.501 | 0.9811 | 0.12679 | 0.6123 | 53 | 595.0421 |
| S(site) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1038.152 | 1.6319 | 0.09157 | 0.4422 | 53 | 595.693 |
| S(season+ oct07-May09 treatment dif) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1038.493 | 1.9733 | 0.0772 | 0.3728 | 53 | 596.0343 |
| S(se*site) $\gamma''(\cdot)$ $\gamma'(\cdot)$ p(se+site) c(p+se) N(se*site) | 1059.974 | 23.4537 | 0 | 0 | 68 | 582.0175 |

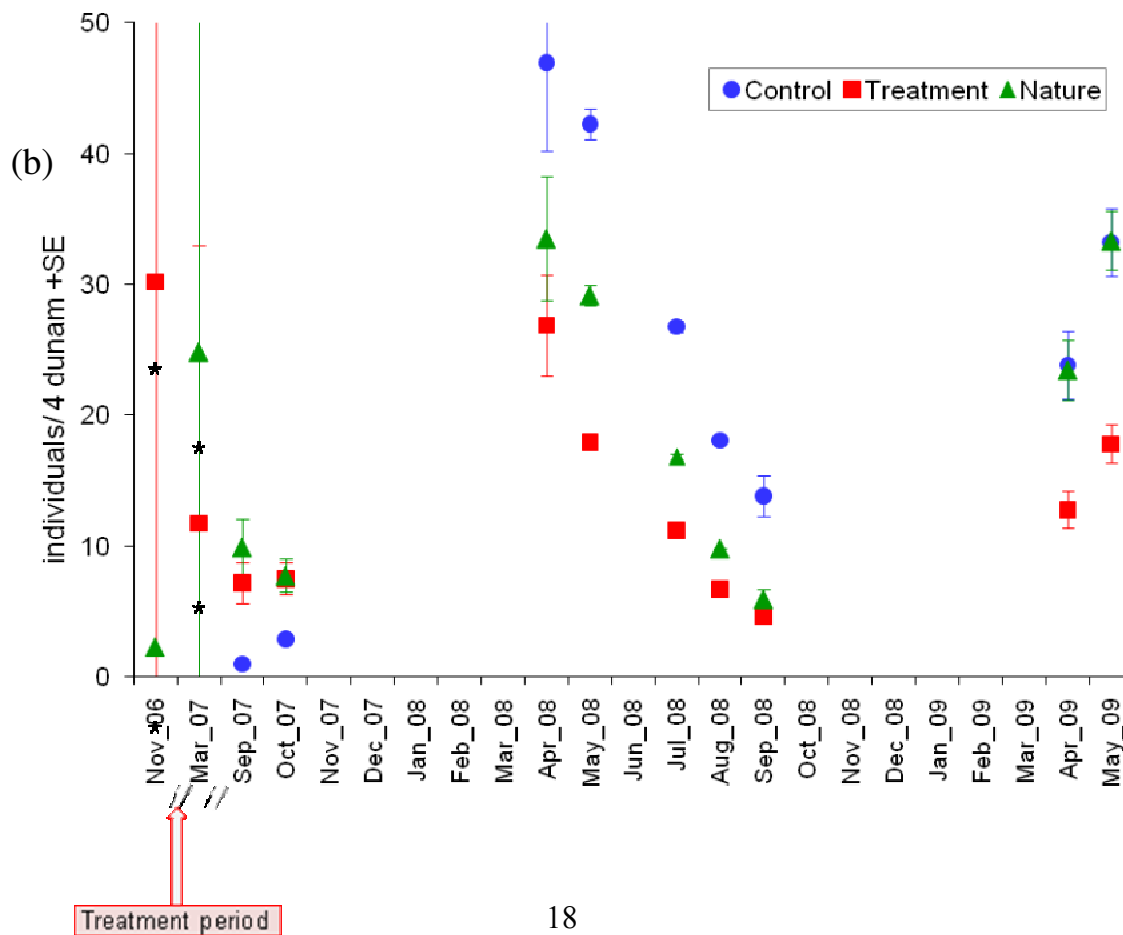
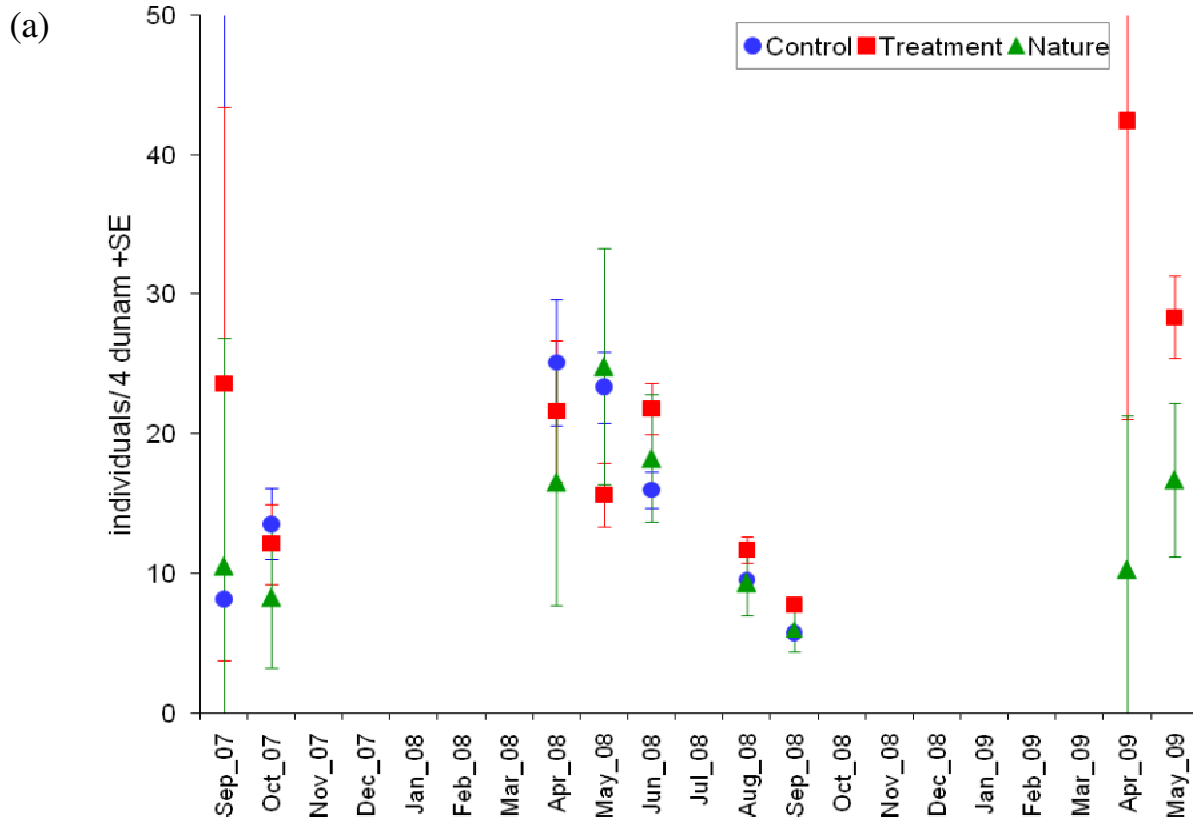
(b)

| MODEL | AICc | Δ AICc | AICc weight | Model likelihood | Num. of parameters | Deviance |
|--|----------|---------------|-------------|------------------|--------------------|----------|
| S(site) $\gamma''(\text{site})=\gamma'(\text{site})$ p(se* nig) c(se* nig) N(se*site) | 943.5453 | 0 | 0.35286 | 1 | 78 | 615.6154 |
| S(nature dif) $\gamma''(\text{site})=\gamma'(\text{site})$ p(se* nig) c(se* nig) N(se*site) | 945.6293 | 2.084 | 0.12447 | 0.3527 | 77 | 619.9913 |
| S(site) $\gamma''(\text{site})=\gamma'(\text{site})$ p(se*nig)=c(se*nig) N(se*site) | 945.6426 | 2.0973 | 0.12365 | 0.3504 | 69 | 638.1919 |
| S(season+site) $\gamma''(\text{site})=\gamma'(\text{site})$ p(se* nig) c(se* nig) N(se*site) | 945.8143 | 2.269 | 0.11347 | 0.3216 | 79 | 615.5883 |
| S(treatment dif) $\gamma''(\text{site})$ $\gamma'(\text{site})$ p(se* nig) c(se* nig) N(se*site) | 948.1644 | 4.6191 | 0.03504 | 0.0993 | 80 | 615.6382 |
| S(se*site) $\gamma''(\text{site})=\gamma'(\text{site})$ p(se* nig) c(se* nig) N(se*site) | 965.0668 | 21.5215 | 0.00001 | 0 | 99 | 588.031 |

טבלה 6 - תוצאות השוואת המודלים (a) ספסופה (b) כפר שמאי. המודלים המובילים (Δ AIC נמוך) והמודלים המובילים מבין אלו הכוללים אינטראקציה בין האתר והזמן בהשפעה על השרידה. הפרמטרים במודלים הם: S (סיכויי השרידה), γ'' (סיכויי ההגירה מתוך אזור המחקר), γ' (הסיכויים להישאר מחוץ לאזור המחקר), p (סיכויי לכידה הראשונה), c (סיכויי לכידה חוזרת), N (מספר הפרטים באוכלוסייה באזור המחקר). הגורמים המשפיעים על פרמטרים אלו: אתר (site), עונה (season), מחזור לכידה (se), הלילה ברצף הלכידות (nig), האתר טבעי שונה מהיתר (nature dif), אתר הטיפול שונה מהיתר בתקופה מסוימת (treatment dif) ואין הבדל (השפעה קבועה *).



איור 15 - הערכת שיעורי השרידה (a) ספסופה (b) כפר שמאי. עבור שיעורי השרידה בארבעת סדרות הלכידה בקיץ 2008 מוצג ערך ממוצע, כיוון שנמצאו זהים עד לספרה העשרונית השלישית.



איור 16 - הערכת צפיפות אוכלוסיות היערון הגדול (a)ספסופה (b) כפר שמאי. *מחושב באמצעות Schnable estimator.

דיון ומסקנות

תוצאות העבודה מלמדות שבתחומי המושבים הנבדקים קיימת זמינות גבוהה של מזון לטורפים (פסדים) בשטח מצומצם, דבר המשפיע באופן ישיר ומשמעותי על אוכלוסיות הטורפים בעוד השפעתו על אוכלוסיות הנטרפים בשטחים הסמוכים מורכבת יותר. צפיפות הטורפים בתחומי היישובים נמצאה גבוהה מאוד, ועומדת על היקפים של מעל 36 שועלים ו-13 תנים לקמ"ר, וזאת מבלי לכלול את אוכלוסיות חתולי הבית הרבים שמתפקדים כאחד הטורפים הטבעיים בתחומי היישובים. צפיפות זו נמצאה כגדולה פי 7-18 מהצפיפויות שנמצאו בשטחים המרוחקים מיישובי לולים (דולב 2006). היקפי הפסולת החקלאית (פסדי לולים) עומדים בממוצע על כ-1 ק"ג ללול (משפחת) ליום. ביישוב בו מספר עשרות חוות לולים, מהווה מקור מזון קבוע זה משאב משמעותי שעליו נשענות אוכלוסיות הטורפים. הדמיון הרב בצפיפות הטורפים בתחום של שלושת המושבים השונים בגליל, מלמדת על כך שאופי הגידול החקלאי (לולי מטילות) והפסולת החקלאית הפזורה לצידו, יוצר הגדלה של כושר הנשיאה עד לערכים דומים של צפיפות טורפים (כ-50 לקמ"ר) במושבים השונים.

ניסוי "הפחתת מזון זמין לטורפים" שנערך במחקר זה בשלושה מושבים בגליל הראה שסילוק פגרי העופות גרם לשינוי חד בדפוסי התנועה של טורפים. לפינוי המוסדר של הפגרים הייתה השפעה משמעותית ומהירה מבחינה מרחבית והפחתה בשיעור שרידה. השועלים נטו לעבור בקצב איטי אל עבר השטחים הטבעיים שמחוץ למושבים, בעוד התנים עברו מהמושב לשטחים הסמוכים בקצב מהיר, וחלקם אף היגרו מאזור המושב ללא חזרה אליו. ניתוח תחומי המחיה של השועלים והתנים הראה בכל המקרים גידול והטיה בכיוון מרכז הפעילות לעבר האזורים בעשירים יותר במזון. במושב השלישי (שפר), נראה היה שכאשר היקף סילוק המזון היה קטן יחסי (כשליש מהלולים בלבד, שלב א'), תגובת השועלים הייתה מועטה, ואילו התנים כמעט ולא הגיבו לשינוי. רק לאחר הגדלת היקף סילוק הפגרים (שלב ב'), ניכרה ירידה חדה יותר בפעילות השועלים במושב, והגירה של התנים לאזורים מרוחקים יותר. במקביל לשינוי בפעילות המרחבית של הטורפים, ניכרה בשני המושבים הראשונים ירידה ניכרת בשיעור השרידה של השועלים אחרי 8 חודשים ל-0-50%. שיעור השרידה/הישארות של תנים בתחומי המושבים עמד על כ-20%. את שיעור השרידה המלא במושב השלישי (שפר) לא ניתן לבחון עדיין מאחר וטרם עברו 8 חודשים לפחות מתחילת הניסוי בכל המושב. ניתוח תוצאות השרידה המפורט הראה ירידה של פי 2-8 בשרידת השועלים כתוצאה טיפול הפחתת המזון. השינויים בדפוסי השימוש במרחב של טורפים והירידה בשרידה כתוצאה מהפחתה במשאב מזון חיוני, מתוארים לראשונה בעבודה זו, ומהווים בסיס לפיתוח כלי ממשק לטיפול בנזקי טורפים.

בדיקת הקשר בין צפיפות אוכלוסיות הטורפים לאוכלוסיות הנטרפים, תוך התמקדות באוכלוסיות היערון הגדול, הראתה שבסמוך ליישובים צפיפויות הנטרפים היו דומות לאלו שבאזורים הטבעיים, כלומר, הפחתת זמינות המזון לטורפים לא השפיעה על אוכלוסיות הנטרפים (היערון הגדול היה המין המייצג). שיעורי השרידה בקרבת היישובים היו מעט גבוהים יותר, והדבר יכול להעיד על לחץ טריפה נמוך יותר באזור זה. מסקנה דומה ניתן להסיק מהמצב הגופני הטוב באתר הטיפול בכפר שמאי, ביחס לאתר הטבעי. בניגוד לצפוי ולמרות ההשפעה הגדולה שהייתה לפינוי הפסדים על שרידת הטורפים, באתרי הטיפול לא נראה כל שינוי באוכלוסיות הנטרפים כתוצאה מפינוי הפסדים או מסיום תקופת הטיפול. תוצאות אלו מצביעות על כך שאוכלוסיות היערון הגדול בסמוך ליישוב אינן מושפעות מצפיפות הטורפים הגבוהה שם וכי לחץ הטריפה לא השתנה בעקבות הפחתת המזון לטורפים. זאת, בניגוד לדוגמאות הקיימות בספרות בהן צפיפות יתר של טורפים כתוצאה מהשפעות אנושיות הביאה להשלכות שליליות על אוכלוסיות הטרף (זלץ וחובריו, 2002; שלמון וחובריו, 2006; Boarman, 2003; Browne and Hecnar, 2007). נראה, שהשועלים והתנים, הידועים כטורפים אופורטוניסטיים בעלי דיאטה גמישה שמשתנה כתלות בזמינות המזון (Doncaster et al., 2007; Dell'Arte et al., 1996; Cavallini and Volpi, 1996; al., 1990; Ferrari and Weber, 1995; Jaeger et al., 2007; Kaunda and Skinner, 2003; מקורות מזון אנטרופוגניים שזמינותם גבוהה בעוד חלקו של הטרף הטבעי בדיאטה, קטן. מסקנות אלו נתמכות

גם על ידי תוצאות ניתוח גללי תנים מאזור כפר שמאי, בהם שרידי מכרסמים היוו רק 1.6% מהביומסה, בעוד שרידי עופות היוו 70.4% (J. Lanszki, unpublished data). זאת בניגוד למחקרים מאזורים טבעיים לפיהם שיעור המכרסמים בדיאטה של תנים ושועלים הוא 16%-77% והם מהווים מקור מזון מרכזי (Cavallini and Volpi, 1996; Lanszki et al., 2006). התגובות המרחביות והדמוגרפיות החדות של הטורפים להפחתת מקורות מזון אנטרופוגניים, בשילוב עם העדר השפעה על אוכלוסיות הטרף, יכולות להעיד על כך שהטורפים הפכו תלויים במקורות מזון אנטרופוגניים ולמעשה איבדו חלקית את יכולתם לצוד בטבע. נראה, שאספקת מזון אנטרופוגני באופן קבוע ובכמות כה גבוהה ביטלה בפועל את יחסי הטרף והנטרף. Orams (2002) מציע כי כיוון שיכולות בעלי החיים להשיג את מזונם הטבעי תלויות בפעולות נלמדות הדורשות אימון, כאשר מזון מסופק בשפע על ידי בני האדם, בעלי החיים הופכים יעילים פחות בהשגת מזונם הטבעי. כאשר בעל החיים מוצא מזון אנטרופוגני, לעיתים קרובות הוא אינו נדרש לחפש את הטרף הטבעי והוא עלול לאבד את כישוריו לעשות זאת. יתרה מזו, במיני יונקים גדולים, הצאצאים רוכשים מיומנויות אלו באמצעות למידה מהוריהם ואם המבוגרים תלויים במקור אנטרופוגני, הם עלולים שלא ללמוד להשיג את מזונם הטבעי. תוצאות המחקר מלמדות כי יתכן ותהליך דומה התרחש אצל השועלים והתנים באזור הישובים בגליל כתוצאה מכמות הפסדים הגדולה שסופקה להם בקביעות במשך עשרות שנים.

משמעותן של תוצאות אלה שלמערכת חקלאית כדוגמת לולי מטילות, עלולה להיות השפעה חדה על המערכת האקולוגית השכנה. עבודה זו מצביעה על כך שאמצעי פשוט כמו "הפחתת זמינות של פסולת חקלאית" בעל יכולת השפעה משמעותית על אוכלוסיות הטורפים תוך זמן קצר. חשוב לציין שבניגוד לאמצעים אחרים להתמודדות עם אוכלוסיית טורפים גדולה כגון בניית גדרות הגנה, דילול בירי, הרעלות וניסיונות לכידה מסוגים שונים, לאמצעי כמו הפחתת זמינות מזון ממקור אנושי סיכוי להיות פתרון יעיל לטווח הארוך להתמודדות עם בעיית ריבוי הטורפים. לצד התרומה למערכת האקולוגית השכנה, להפחתת ריבוי טורפים צפויות תועלות נוספות כמו: הפחתת נזקים למערכות השקיה בטפטוף, הפחתת סיכון להעברת מחלות והפחתת הסיכון להרעלות שנעשות כפעולות דחק של חקלאים. עם זאת, בעבודה זו נמצא כי צפיפות היתר של הטורפים אינה משפיעה לכאורה על אוכלוסיית הטרף. המשמעות של תוצאה זו היא ביטול יחסי טורף-נטרף. כלומר, למרות הצפיפות הגבוהה של הטורפים בישוב, מבחינה תפקודית הם אינם קיימים עוד במערכת האקולוגית, כיוון שאינם ממלאים את תפקידם המערכתי. מאחר שלטורפים תפקיד חשוב בויסות המערכת ושמירת המגוון, הוצאתם, פיזית או תפקודית, עלולה להיות הרסנית למערכת האקולוגית. עם זאת, ייתכן כי בטווח הארוך, מיעוט במקורות מזון אנטרופוגניים יגרום לתהליך לימוד מחודש של פיתוח כישורי צייד אצל הטורפים באופן שיאפשר חזרה לתפקד כמוסותים את אוכלוסיות הנטרפים.

התובנות הראשוניות שעולות מעבודה זו, מדגישות את החשיבות שבמניעת זמינותם של מקורות מזון מסוגים שונים (כולל שאריות פרי, פסולות בע"ח, שאריות מזון בע"ח, מזבלות פתוחות וכד') בכדי למנוע ריבוי אוכלוסיותיהם של טורפים (כולל חתולים משוטטים). לפעילות מסוג זה השפעה ארוכת טווח על הגיוס של פרטים לאוכלוסייה, בניגוד לפעילויות של דילול בירי ו/או הרעלות. החדרת תובנות אלו להמלצות אופרטיביות למערכות עלולה להפחית את הקונפליקט בין חקלאים למערכת אקולוגית שכנה. עם זאת אמצעי זה שהיה יעיל מאוד בהקטנת צפיפות הטורפים, לא הביא לפגיעה במין הדומיננטי בחברת היונקים הקטנים, היערוך הגדול בטווח הקצר של 3 שנות מחקר. ייתכן שרק בטווח הארוך, לאחר תהליך מתמשך של הקטנת מזון זמין, תחזור אוכלוסיית הטורפים ללמוד מחדש לטרוף ולווסת את אוכלוסיית היונקים הקטנים.

פרסומים בע"פ

- Ben-Zvi, A., Dolev, A. and Saltz, D. 2009. Does predators overabundance in agricultural villages affect rodents populations in the natural surroundings? In: *Israeli Journal of Ecology and Evolution. Proceeding of the 46th Meeting of the Zoological Society of Israel, Hifa University, Israel.*
- Bino, G., Dolev, A., King, R., Saltz, D. and Kark, S. 2007. Spatial and numerical response of jackals and foxes to alteration in resource availability from a human source. In: *Israeli Journal of Zoology. Proceeding of the 44th Meeting of the Zoological Society of Israel, Achva College, Israel.*
- Ben-Zvi, A., Dolev, A. and Saltz, D. 2008. Small mammals communities in Mediterranean woodland: changes due to anthropogenic effects. 1st Middle Eastern Biodiversity Congress Aqaba, Jordan 20-23 October 2008.
- Dolev, A., Bino, G., Yosha, D., King, R., Kark, S. and Saltz, D. 2008. Survival and spatial responses of jackals and foxes following a sharp reduction in anthropogenic resource availability. 1st Middle Eastern Biodiversity Congress Aqaba, Jordan 20-23 October 2008.

פרסומים ממחקר זה

- Ben-Zvi, A. (submitted). Anthropogenic impacts in rural environment - The effect of resource and predator overabundance in agricultural villages on small mammals in the natural surroundings. Ben-Gurion University of the Negev, the Jacob Blaustein Institutes for Desert Research. Master of Science thesis.
- Bino, G. 2007. Spatial and numerical responses of golden jackals (*Canis aureus*) and red foxes (*Vulpes vulpes*) to resource manipulation. The Hebrew University of Jerusalem Faculty of Science The Institute for Life Sciences Department of Evolution, Systematics and Ecology - Master of Science thesis.
- Bino, G., Dolev, A., Saltz, D., Kark S. (submitted). Abrupt spatial and numerical responses of overabundant commensal canids to a reduction in anthropogenic resources.

רשימת ספרות

- בריקנר, ע. (2005) השפעות טריפה של חתולי בית על חיות בר בישראל. עבודת גמר לתואר מוסמך במסלול אקולוגיה ואיכות הסביבה, אוניברסיטת תל-אביב, תל-אביב.
- דולב, ע., זלץ, ד., הנקין, ז. וקינג, ר. (2004) אופטימיזציה של הפיזור המרחבי בתוכנית החיסון האוראלי לכלבת בגליל. דו"ח מסכם למשרד המדע.
- דולב, ע. (2006) מודל לחיזוי ההתפשטות המרחבית של מחלת הכלבת מבוסס דינאמיקה של אוכלוסיות השועל המצוי בגליל, ככלי לפיתוח דגמי פיזור אופטימאליים של פיתיונות חיסון לכלבת. הוגש לשיפוט כעבודה לדוקטור לפילוסופיה, אוניברסיטת בן גוריון.
- יום-טוב, י. (1983) אצל שמואלי, א., סופר, א. וקליאוט, נ. (עורכים). בעלי החיים של הגליל ההררי. ארצות הגליל – א', עמ' 187-198. משרד הביטחון. תל-אביב.
- זלץ, ד., קפלן, ד., לוטן, ר. ודגני, ג. (2002) בניית מודל טורף/נטרף לקביעת מדיניות ממשק לשם מניעת המשך התדרדרותה, שיקומה והבטחת יציבותה לאורך זמן של אוכלוסיית הצבאים ברמת הגולן. דו"ח מסכם למשרד המדע.
- שלמון, ב., אילון, ג., קינג, ר., שקדי, י. (2006) ממשק וניטור טורפים כאמצעי לשמירת אוכלוסיות צבי השיטים וצבי הנגב-בערבה הדרומית. תקציר מתוך הכינוס ה-43 של החברה לזואולוגיה בישראל, האוניברסיטה הפתוחה, רעננה.

- Abramsky, Z. (1978) Small mammal community ecology - Changes in species-diversity in response to manipulated productivity. *Oecologia* 34:113-123.
- Abramsky Z. Rosenweig M.L., Subach A. (1998) Do gerbils care more about competition or predation? *Oikos* 83:75-84.
- Abramsky, Z. (1981) Habitat relationship and competition in two Mediterranean *Apodemus* spp. *OIKOS* 36: 219-225.
- Adkins, C. A., and P. Scott. (1998) Home range movements and habitat association of red foxes *Vulpes vulpes* in suburban Toronto, Ontario, Canada. *J. Zool. (Lond.)* 244:335-346.
- Blaustein, L., Kotler, B.P and Nevo, E. (1996) Rodent species diversity and microhabitat use along opposing slopes of lower nahal oren, mount carmel, Israel. *Israel journal of zoology* 42:327-333.
- Boarman, W.I. (2003) Managing a subsidized predator population: Reducing common raven predation on desert tortoises. *Environmental Management* 32:205-217.
- Boutin, S. (1990) Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates - Patterns, problems, and the future. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 68:203-220.
- Brown, J.H., Munger, J.C. (1985) Experimental manipulation of a desert rodent community - Food addition and species removal. *Ecology* 66:1545-1563.
- Browne, C.L., Hecnar, S.J. (2007) Species loss and shifting population structure of freshwater turtles despite habitat protection. *Biological Conservation* 138:421-429.
- Cavallini, P. (1996) Variation in the social system of red fox. *Ethol. Ecol. Evol.* 8:323-342.
- Cavallini, P., Volpi, T. (1996) Variation in the diet of the red fox in a Mediterranean area. *Revue d'Ecologie- La Terre Et La Vie* 51:173-189.
- Cote, I.M., Sutherland, W.J. (1997) The effectiveness of removing predators to protect bird populations. *Conservation Biology* 11:395-405.
- Dell'Arte, G.L., Laaksonen, T., Norrdahl, K., Korpimaki, E. (2007) Variation in the diet composition of a generalist predator, the red fox, in relation to season and density of main prey. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 31:276-281.
- Dickman, C.R. (1992) Predation and habitat shift in the House Mouse, *Mus-Domesticus*. *Ecology* 73:313-322.
- Dickman, C.R. (1996) Impact of exotic generalist predators on the native fauna of Australia. *Wildlife Biology* 2:185-195.
- Doncaster, C.P., Dickman, C.R., Macdonald, D.W. (1990) Feeding Ecology of Red Foxes (*Vulpes-Vulpes*) in the City of Oxford, England. *Journal of Mammalogy* 71:188-194.

- Garrott, R.A., White, P.J., White, C.A.V. (1993) Overabundance - an issue for conservation biologists. *Conservation Biology* 7:946-949.
- Harding, E. K., Doak, D. F. and Albertson, J. D. (2001) Evaluating the effectiveness of predator control: the non-native red fox as a case study. *Conservation Biology* 4:1114-1122..
- Jaeger, M.M., Haque, E., Sultana, P., Bruggers, R.L. (2007) Daytime cover, diet and space-use of golden jackals (*Canis aureus*) in agro-ecosystems of Bangladesh. *Mammalia* 71:1-10.
- Kaunda, S.K.K., Skinner, J.D. (2003) Black-backed jackal diet at Mokolodi Nature Reserve, Botswana. *African Journal of Ecology* 41:39-46.
- Keedwell, R.J., Maloney, R.F., Murray, D.P. (2002) Predator control for protecting kaki (*Himantopus novaezelandiae*) - lessons from 20 years of management. *Biological Conservation* 105:369-374.
- Koekemoer, A.C., Van Aarde, R.J. (2000) The influence of food supplementation on a coastal dune rodent community. *African Journal of Ecology* 38:343-351.
- Kotler, B.P. (1984) Risk of predation and the structure of desert rodent communities. *Ecology* 65:689-701.
- Kotler, B.P., Holt, R.D. (1989) Predation and competition - the Interaction of 2 types of species interactions. *Oikos* 54:256-260.
- Lanszki, J., Heltai, M., Szabo, L. (2006) Feeding habits and trophic niche overlap between sympatric golden jackal (*Canis aureus*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Pannonian ecoregion (Hungary). *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 84:1647-1656.
- Lehamann, T. and Perevolotsky, A. (1992) Small mammals in coniferous plantations and native environment in southern MT. Carmel. *MAMMALIA* 56(4):575-585.
- Manor, R., Cohen, O. and Saltz, D. (2008) Community homogenization and the invasiveness of commensal species in Mediterranean afforested landscapes. *Biological Invasions* 10:507-515.
- Mendelson, H. and Yom-Tov, Y. (1999) *Fauna Palaestina - Mammalia of Israel*. Keter press, Jerusalem, 188-193 pp.
- Meserve, P.L., Milstead, W.B., Gutierrez, J.R. (2001) Results of a food addition experiment in a north-central Chile small mammal assemblage: evidence for the role of "bottom-up" factors. *Oikos* 94:548-556.
- Norrdahl, K., Korpimäki, E. (1995) Effects of predator removal on vertebrate prey populations - Birds of prey and small mammals. *Oecologia* 103:241-248.
- Orams, M.B. (2002) Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management* 23:281-293.

- Orland, M.C., Kelt, D.A. (2007) Responses of a heteromyid rodent community to large- and small-scale resource pulses: Diversity, abundance, and home-range dynamics. *Journal of Mammalogy* 88:1280-1287.
- Paine, R.T. (1966) Food web complexity and species diversity. *American Naturalist* 100:65-75.
- Reichmann, A. and D. Saltz. (2005) The Golan wolves: the behavioral ecology and dynamics of an endangered pest. *Israel J. of Zoology* 51:87-133.
- Savidge, J.A. (1987) Extinction of an island forest avifauna by an introduced snake. *Ecology* 68:660-668.
- Torre, I. and Diaz, M. (2004) Small mammal abundance in Mediterranean post-fire habitats: a role for predators? *Acta Oecologica- International Journal of Ecology* 25(3): 137-142
- White, G. C. and Burnham, K. P. (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study Supplement* 46:120-138.
- Yom-Tov, Y., Mendelssohn, H. (1988) The zoogeography of Israel: Changes in distribution and abundance of vertebrates in Israel during the 20th century, In *The distribution and abundance at a zoogeographical crossroad*. eds Y. Yom-Tov, E. Tchernov, pp. 515-547. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Yom-Tov, Y., Ashkenazi, S. and Viner, O. (1995) Cattle predation by the golden jackal *Canis aureus* in the Golan heights, Israel. *Biological conservation* 73:19-22.