

# השפעת החיסון האוראלי על ויסות אוכלוסיות שועלים

דו"ח מסכם לניטור השפעות החיסון האוראלי בגליל 2002-2009



מאת: עמית דולב<sup>1,2,3</sup>, עמיחי גוטר<sup>2</sup>, גלעד בינו<sup>4</sup>, דותן יושע<sup>2</sup>, דרור קפוטה<sup>3</sup>, רוני קינג<sup>5</sup>  
ודיוד זלץ<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup> מו"פ צפון – מיג"ל, קרית שמונה

<sup>2</sup> מרכז יונקים, החברה להגנת הטבע, תל-אביב.

<sup>3</sup> המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון.

<sup>4</sup> המחלקה לאס"א, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

<sup>5</sup> חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים.

2010

יולי

מוגש לידי רשות הטבע והגנים והשירותים הווטרינריים

## תוכן עניינים

2	תקציר
3	מבוא
3	מטרת המחקר
3	רקע למחלה (עובד מתוך דולב 2006)
4	מחלת הכלבת ותפוצתה בישראל
5	דרכי ממשק לביעור הכלבת
6	אפידמיולוגיה של הכלבת
11	שיטות
11	אזור המחקר
12	סקירה כללית של מבנה המחקר
13	מעקב אחר אוכלוסיות השועלים
14	הערכת גדלי אוכלוסיות
15	דמוגרפיה
17	תוצאות
18	הערכת צפיפות אוכלוסיות טורפים
19	גיוס שועלים
21	שרידת שועלים
25	מחזוריות אירועי כלבת בגליל
27	דיון ומסקנות
27	השפעת ORV על גודל אוכלוסיות ווקטורים
28	דילול כאמצעי ממשק להקטנת הסתברות להתפרצות כלבת
28	כלבת כגורם מווסת אוכלוסיות
30	השפעת ORV על אוכלוסיות תנים
30	סיכום
32	רשימת ספרות
37	נספחים

## תקציר

מקובל לראות בכלבת מחלה המווסתת אוכלוסיות של טורפים. בהיותה מחלה תלויה צפיפות המתפרצת במחזוריות של כל מספר שנים, נהוג להניח שהמחלה מגבילה את גדלי אוכלוסיות הווקטורים למחלה. פיתוח החיסון האוראלי לכלבת (ORV) ותחילת השימוש בו באופן נרחב תרמה לביעור המחלה מאזורים רבים, וגרמה לכאורה להסרת גורם המווסת את אוכלוסיות הטורפים, ולמצב בו פיזור ORV "תורם" לגידול אוכלוסיות יתר של חיות בר שוותו קודם ע"י המחלה. תקפותה של תפיסה זו, לא נבחנה עד כה בכלים מדעיים ועל כן קיבלה התייחסות כאל אקסיומה.

בעבודה זו, שכללה מעקב ממושך אחר אוכלוסיות שועל מצוי (הווקטור העיקרי לכלבת) בצפון ישראל, נעשה מאמץ לבחון את ההשפעה של פיזור ORV לאור ממצאי הדינאמיקה בזמן ובמרחב של הווקטור העיקרי ושל מאפייני המחלה.

בשנים 2002-2009 נלכדו ומושדרו 145 שועלים באתרים שונים בגליל. עד סוף 2005, בוצעה השוואה בין אוכלוסיות השועלים בשני סוגי אתרים הנבדלים בצפיפות השועלים בקרבתם: (1) בסמיכות ליישובים חקלאיים, (2) בשטחים טבעיים ו/או ליישובים לא חקלאיים. בשנים 2006-2009 התמקדנו ב-3 ליישובים חקלאיים עתירי מזון (בכל שנה יישוב אחד), כבסיס לניסוי "הפחתת מזון זמין לטורפים" ולבחינת ההשפעה על אוכלוסיותיהם.

תוצאות המחקר הצביעו על יציבות בערכי השרידה של השועלים במרבית האזורים הנבדקים, גם ביישובי לולים (עתירי מזון) וגם באזורים הטבעיים. הפחתה משמעותית בשיעור של פי 2-8 בשיעור השרידה השנתי, נצפתה רק לאחר הפעלת ניסוי סניטציה ביישובי הלולים בהשוואה לשטחי הביקורת.

העדר ידע מקדים על האוכלוסייה בגליל (שרידה וצפיפות) בתקופה שלפני תחילת פרויקט החיסון האוראלי, הקשה לקבוע האם כתוצאה מהפיזור, הוסר גורם מווסת לאוכלוסיית הווקטורים. לצורך כך נבחנו ערכי הגיוס של אוכלוסיית הווקטורים ומחזוריות הכלבת באזור המחקר. מעקב אחר אוכלוסיות השועל בגליל הראה ששיעור הגיוס השנתי הממוצע ביישובי הלולים עומד על כ-2.3 נקבות לשנה לכל נקבה בוגרת, מצב המאפשר פיצוי מלא תוך עונת רבייה אחת, במקרה של הפחתה של 50% מהאוכלוסייה עקב התפרצות חמורה של כלבת. ניתוח מקרי כלבת באזור המחקר הראה שמחזוריות ההתפרצויות עד סוף שנות ה-90 (טרם פיזור פיתיונות החיסון אוראלי לכלבת - ORV) הייתה גדולה מ-6 שנים. תוצאות אלה תומכות בהערכה שלמחלת הכלבת תפקיד שולי בוויסות אוכלוסיות השועלים בישראל והיא גורמת בעיקר לירידות מקומיות וקצרות טווח (~שנה). מכאן שככל הנראה, ההשפעה של פיזור פיתיונות החיסון אוראלי לכלבת (ORV) לא מהווה גורם משמעותי שבעטיו גדלות אוכלוסיות השועלים מעבר לגודלן טרם תחילת תכנית הפיזור ORV. ניסוי הפחתת המזון מצביע על כך שהממשק היעיל ביותר להקטנת צפיפות היתר של הכלביים בישראל ולהקטנת ההסתברות להתפרצויות כלבת הוא שיפור הסניטציה.

## מבוא

מקובל לראות בכלבת מחלה המווסתת אוכלוסיות של טורפים. בהיותה מחלה המתפרצת במחזוריות של 3-5 שנים באירופה וצפון אמריקה (Ginsberg and Macdonald 1990) וכ- 5-7 שנים בישראל (Yakobson et al. 1998), התפיסה המקובלת היא שהמחלה מגבילה את גדלי אוכלוסיות הווקטורים של המחלה (Chautan et al. 2000, Nemtzov and King 2001, Smith and Wilkinson 2003). פיתוח החיסון האוראלי (ORV-Oral Rabies Vaccination) שנשלם בראשית שנות ה-80 והכנסתו לשימוש נרחב בארצות מערב אירופה, צפון אמריקה וישראל, תרמו לביעור המחלה מאזורים רבים בעולם המערבי, והביאו לכאורה להסרת גורם המווסת את אוכלוסיות הטורפים (Chautan et al. 2000). בכך לצד התרומה להפחתת הסיכון ממחלת הכלבת, נוצר מצב, לכאורה, בו פיזור ORV "תורם" לגידול יתר של אוכלוסיות חיות בר, שקודם לכן ווסתו ע"י המחלה. תפיסה זו הובילה לא אחת לתחושה אמביוולנטית לגבי השימוש בפיזור ORV בקרב קובעי מדיניות.

תקפותה של תפיסה זו, המושרשת היטב בתודעה, לא נבחנה עד כה בכלים מדעיים ועל כן קיבלה התייחסות כאל אקסיומה. בעבודה זו, הכוללת מעקב ממושך אחר אוכלוסיות שועל מצוי (*Vulpes vulpes*) ותן זהוב (*Canis aureus*) בצפון ישראל, נעשה מאמץ לבחון שאלה זו לאור ממצאי דינאמיקת האוכלוסיה של הווקטור העיקרי למחלה (השועל המצוי) בזמן ובמרחב מחד, ושל מאפייני המחלה מאידך.

## מטרת המחקר

בחינת ההשפעה של השימוש בפיזור פיתיונות לחיסון אורלי לכלבת - Oral Rabies (ORV) Vaccination) על הדינאמיקה של אוכלוסיות השועלים בגליל.

### רקע למחלה (עובד מתוך דולב 2006)

הכלבת הינה מחלה נגיפית לטאלית הנפוצה בקרב כלביים שעלולה להיות מועברת לבני אדם. לאורך ההיסטוריה נתפסה המחלה כאיום חמור על חברת האדם. המעביר המסורתי של הכלבת היה הכלב ובו מוקדו מאמצי המלחמה במחלה. מאז מלחמת העולם השנייה החליפו חיות בר, בעיקר השועל המצוי את הכלב כמעביר העיקרי של הנגיף. עקב כך, בעשורים האחרונים מושקעים מאמצים רבים בניסיונות להבין את הדינאמיקה של הכלבת בחיות בר כבסיס למציאת דרכים למניעת התפרצותה והתפשטותה במרחב. כמחלה תלויה צפיפות, מניעת התפרצות המחלה אפשרית על ידי הקטנת מספר הפונדקאים הפוטנציאליים. לאורך שנים נעשו מאמצים רבים ללא הצלחה להילחם בכלבת ע"י הקטנה של אוכלוסיות הפונדקאים למחלה מקרב חיות הבר בשיטות של ירי, הרעלות ועישון מאורות. בעשורים האחרונים פותחו תרכיבים המיועדים לחיסון חיות בר כנגד הכלבת על ידי מתן פומי (אוראלי) - פיתיון המכיל תרכיב לחיסון כלבת ניתן לפיזור מהאוויר - (Brochier et al. 1991) ORV. התרכיב המכיל נגיף כלבת מוחלש או נגיף מהונדס, מצוי בתוך

שקיק. אכילת הפיתיון ובו השקיק מביאה למגע של החומר עם ריריות חלל הפה, ספיגתו למערכת הדם, ויצירת תגובה חיסונית כנגדו - קרי, גורמת לפיתוח נוגדנים למחלה. שיטה זו נחלה הצלחה בחסימת התפרצויות הכלבת במערב אירופה, צפון אמריקה וישראל. עם זאת, הצלחת החיסון מותנית בחיסון חלק ניכר מאוכלוסיית היעד באזור גיאוגרפי נתון. עלויותיה הגבוהות של השיטה מהוות בסיס לניסיונות ליעולה, כאשר עבודה מקדימה (דולב 2006) עסקה בהבנת דפוס התפשטות הכלבת בישראל ויעול דרכי פיזור הפיתיונות במרחב. במקביל, אחד הנושאים המשמעותיים שעולה בהקשר של השימוש בחיסון האוראלי הינו האם "דחיקתה" של הכלבת מהמרחב של ישראל מסירה גורם מווסת חיוני של אוכלוסיות הווקטור העיקרי למחלה – השועל המצוי, ובכך יוצרת שינוי של המאזן באקוסיסטמה? בעבודה זו המסכמת תוצאות מעקב של 7 שנים (2002-2009), שאספקטים אחרים ממנה התפרסמו עד כה (דולב 2006, Dolev et al. 2006a, Dolev et al. 2006b, Bino 2007, Dolev et al. 2007, Dolev et al. 2008), רוכז מידע דמוגרפי אודות אוכלוסיות שועלים בגליל תוך התייחסות לתבונות ומידע על התפשטות הכלבת בארץ. כל זאת, בכדי לנסות ולתת תשובות לגבי מידת ההשפעה של השימוש בחיסון אוראלי על וויסות אוכלוסיות שועלים.

### מחלת הכלבת ותפוצתה בישראל

מחלת הכלבת ודרכי ההתמודדות עימה מהווים מושא למגוון רב של עבודות מחקר בעשורים האחרונים, כחלק מניסיון לפיתוח דרכים להקטנת הסיכון להידבק במחלה קטלנית זו. החשלות הרבות - בריאותיות, משקיות וכלכליות הכרוכות בטיפול ובמניעה של המחלה, הובילו לחיפוש דרכים שונות להתחקות אחר דפוסי התפשטותה במרחב ומניעת התפרצותה. מחלת הכלבת נפוצה ברחבי המזרח התיכון מהאזורים היס-תיכוניים ועד לאזורים היבשניים. המחלה קיימת בעיקר בטורפים ממשפחת הכלביים ומועברת על ידי מגע ישיר מפרט חולה לפרט שאינו נגוע (Anderson et al. 1981). הנגיף חודר בנשיכה או ליקוק ואז הוא מתרבה באתר הנשיכה ולאחר מכן הוא חודר לשלוחות הפריפריאליות של מערכת העצבים ועושה דרכו אל המוח. בשלב הראשון (לפני הגעת הנגיף למוח) אין למחלה שום ביטוי חיצוני (א-סימפטומטית) (ASP) והיא אינה מדבקת. שלב זה מוגדר כתקופת הדגירה, ומשכו נע ממספר שבועות ועד כמעט חודשים כתלות בגודל הגוף, מקום הנשיכה וכייל הנגיף שהועבר. בשלב הסימפטומטי (פרטים חולים) למחלה תסמינים רבים ומגוונים. בחלקו הראשון מופיעים שינויי התנהגות - בעלי החיים הופכים תוקפניים, ולעיתים מופיעים התקפי זעם ונשיכות לא מבוקרות. בהמשך מגיע המופע השקט, המתבטא בשיתוק, הגורם לחוסר יציבות, פגיעה ביכולת בליעה, ולבסוף חנק ומוות. משכו של השלב הסימפטומטי הוא מספר ימים (4-10). פרטים בריאים, או פרטים נגועים בהם הנגיף טרם חדר למערכת העצבים המרכזית - ניתנים לחיסון, אולם לאחר חדירת הנגיף למערכת העצבים המרכזית - המחלה לטאלית. העברת המחלה לאדם, מתבצעת לרוב ע"י נשיכה או מגע של רוק בפצעים פתוחים ורקמות ריריות. עקב הסימפטומים הקשים וחוסר היכולת לטפל בה (מחלה סופנית), נחשבת המחלה כאיום משמעותי, והתפרצויות של המחלה גורמות לחרדה בקרב

הציבור. ההשלכות הכלכליות של המחלה הינן רחבות מאד והן כוללות טיפול באנשים שנחשפו לחיות החשודות כמעבירות כלבת לצד נזקים נרחבים במשק החקלאי (לבנטל ואניס 1998). בשנים 1996-1999 (לפני תחילת פרויקט פיזור החיסון האוראלי) אובחנו מעל 300 מקרי כלבת בבעלי חיים בישראל, כאשר 75% מהחיות הנגועות היו שועלים מצויים (Yakobson 2010). מבחינה גיאוגרפית, נפוצה הכלבת על פני כל הארץ, אולם מעל 70% ממקרי הכלבת המתועדים היו מהגליל (Yakobson et al. 1998). זיהוי מפיץ המחלה העיקרי מתבסס על בחינת התפלגות מקרי הכלבת המתועדים בישראל. לפי Yakobson et al. (1998) 69.2% ממקרי הכלבת המתועדים בחיות בר בישראל בשנים 1948-1997 היו בשועלים, 26.2% היו בתנים, 1.7% בגרירת מצויה, 1.6% בזאבים ו- 1.3% בטורפים אחרים. התמונה אינה אחידה בכל השנים, אך ככלל, השועל המצוי הינו המפיץ השכיח ביותר של מחלת הכלבת בישראל.

### דרכי ממשק לביעור הכלבת

ביעור מחלה תלוית צפיפות, יכול להיעשות על ידי הורדת צפיפות הפונדקאים הפוטנציאליים אל מתחת לערך הסף. עם זאת, ערך סף אינו מספר מדויק במערכות אקולוגיות ויש להתייחס אליו כאל 'רצועת סף', כשהמטרה הראשית הינה הקטנת הסיכוי למפגשים בין חיה מדביקה לחיה רגישה לצורך הקטנת סיכויי ההידבקות במחלה (Lloyd-Smith et al. 2005). הקטנת צפיפות הפונדקאים הפוטנציאליים אל מתחת לתחום של צפיפות סף יכולה להיעשות בשתי דרכים:

א. דילול ישיר - הוצאה פיזית של פרטים מהאוכלוסייה על ידי ירי או כל פגיעה אחרת.

ב. הקטנת צפיפות הפונדקאים הפוטנציאליים למחלה על ידי חיסונם, מבלי לגרום

להקטנת האוכלוסייה בפועל. החיסון למחלת הכלבת (ORV), היווה פריצת דרך

בהתמודדות עם מחלות חיות בר בכלל וכמובן שבכלבת בפרט.

בנוסף לתגובה תלוית צפיפות של גידול ברבייה, דילול ישיר של פרטים ע"י ירי (או כל שיטה אחרת) אינו בררני והוא גורם להקטנת הצפיפות של הפרטים הנגועים והפרטים שאינם נגועים בשיעור דומה (Barlow 1996). שיטה זו נמצאה לא יעילה, וכשלה בשליטה על התפשטות מחלת הכלבת בארצות אירופה (Brochier et al. 1991; Farry et al. 1998). גם בישראל הוכחה חוסר יעילותה של שיטת הדילול בתקופה שבין 1948-1997 (Yakobson et al. 1998), שבה הייתה נהוגה מדיניות של דילול שועלים ותנים, כאמצעי יחיד למניעת התפשטות המחלה. מנגד, באירופה נמצא שהתבססות על החיסון אוראלי של אוכלוסיות חיות בר (נשאים פוטנציאליים) היא שיטה מוצלחת להתמודדות עם התפשטות הכלבת (Brochier et al. 1991; Fu 1997). מקובל שבכדי להבטיח ביעור של נגיף הכלבת מאזור מסוים, קיים צורך בחיסון של 60-70% מהפרטים באוכלוסייה (Brochier et al. 1991; Barlow 1996; Tischendorf et al. 1998; Selhorst et al. 2001) על פני כל מרחב התפוצה של הנשא. בכדי להגיע לרמות החיסון הדרושות על פני מרחב התפוצה נעשה פיזור אחיד של הפיתיונות מהאוויר בצפיפות של 15-20 פיתיונות לקמ"ר, עלפני כל המרחב הנדרש בעזרת מסוקים ומטוסים קלים. פעולה זו דורשת מאמץ כספי ולוגיסטי משמעותי. יתרה מזאת, כיוון שמדי שנה מצטרפים לאוכלוסייה פרטים צעירים הנולדים כשחם

אינם מחוסנים, ORV הוא תהליך מתמשך וארוך טווח, הדורש השקעת מאמץ באזורים נרחבים. בישראל הוחל בביצוע תוכנית לפיזור ORV בשנת 1999 (Nemtsov and King 2001). כיום מבוצע הפיזור על פני רב המרחב של ישראל בהיקף של כ-20,000 קמ"ר, אחת לשנה בעונת הסתיו (קינג, מידע אישי).

### אפידמיולוגיה של הכלבת

כמחלה מדבקת, דינאמיקת התפשטות הכלבת תלויה בצפיפות הפונדקאים הפוטנציאליים ומאופיינת בהתפרצות מגפתית מחזורית כפונקציה של צפיפות האוכלוסייה (Riley et al. 1998). מגע תכוף בין פרטים מאותה קבוצה חברתית, יוביל לכך שפרט חולה יגרום להידבקותם של מרבית הפרטים בקבוצה (White et al. 1995). תקופת הדגירה של הכלבת בשועלים מוערכת בטווח של 2-4 שבועות (Toma and Andral 1977; Macdonald and Voigt 1985), כאשר בזמן הדגירה אין העברה של המחלה. השלב הסימפטומאטי מוגדר בטווח של 3-10 ימים כאשר הממוצע הוא 5 ימים (Toma and Andral 1977).

מגוון יונקים עשויים לשמש כווקטור להעברת הכלבת, אולם חלקם רגישים יותר להידבקות במחלה לעומת אחרים (Macdonald 1995). מכאן שהבדלים במידת הרגישות להידבקות בכלבת, צפויים להיות בעלי השפעה רבה על דפוסי התפשטות המחלה. אחד הביטויים להבדלי רגישות הינו שיעור המקרים של זיהוי כלבת במין מסוים מתוך סך מקרי הכלבת המתועדים בחיות הבר. בטבע קיימים מאגרים של נגיף הכלבת בעיקר בשועלים, תנים, זאבים, ובמגוון יונקים אחרים שעשויים לשמש כווקטור להעברת הכלבת לבע"ח ולהדביק גם בני אדם הבאים עימם במגע. הבדלים במאפיינים בדגם תנועה מרחבי של הפונדקאים צפויים להיות בעלי השפעה רבה על דפוסי התפשטות המחלה. בסקירת מחקרים שבחנו את האקולוגיה של כלבת בחיות בר ברחבי אירופה (Holmala and Kauhala 2006) מוצגים המאפיינים של מיני חיות הבר (שפעילים בישראל) הבאים:

שועל מצוי – הרכב חברתי בנוי לרוב על משפחה הכוללת זוג המגדל גורים. לעיתים נקבות צעירות נשארות כיעוזרות (helpers), כאשר קיימת השפעה של מקורות מזון על גודל תחום המחיה. ה-dispersal מבוצע לרוב לטווחים קצרים, כאשר שועל יחצה לרוב 4-6 תחומי מחיה לפני שיתבסס. מצב דומה נצפה באזור הגליל בישראל, כאשר טווחי ה-dispersal הממוצעים היו כ-8 ק"מ, כאשר עד להתבססות נדרש השועל לחצות 2-3 תחומי מחיה, לפי קוטר תחום מחיה ממוצע של כ-3.5 ק"מ (דולב 2006). באזורים בעלי צפיפות נמוכה צפוי ה-dispersal להיות לטווחים ארוכים וכך יהיו גם היקפיצות של המחלה. מוות מהמחלה מתרחש לרוב בתוך תחום המחיה של הפרט.

זאב (*Canis lupus*) – נחשב כווקטור להעברת הכלבת בארצות רבות בעולם. במרבית המקרים, כלבת איננה נפוצה בזאבים. זאבים נדבקים לרוב כתוצאה ממגע עם שועלים או תנים. זמן זגירה בזאבים מוערך בתקופה של עד 3 שבועות. בעבר כשכלבת הייתה נפוצה יותר בכלבי בית וכלבים משוטטים, היה שיעור מקרי הכלבת בזאבים גבוה יותר. זאבים חולים לרוב אגרסיביים ומסוכנים, ומסוגלים לנוע עד כ-80 ק"מ ביום ולהפיץ המחלה למרחקים.

סמוריים – נחשבים כרגישים מאוד לכלבת, בעיקר גירית מצויה (*Meles meles*) ודלק ( *Martes foina*). היקף מקרי הכלבת בסמוריים מתוך כלל חיות הבר באירופה הינו 2.1%-3.3%. מקרב הסמוריים, גירית מצויה היא הנפוצה ביותר כנשא כלבת, ואוכלוסיותיה עשויות לשמש פונדקאי משנה במהלך של התפרצויות כלבת. עליית אוכלוסיותיהן ומגע רב עם מינים כשועל, מגדילות את הסתברותן להידבק בכלבת. במהלך התפרצות כלבת עלולה אוכלוסייתם לקטון בשיעור של כ-90%. שיעור הידבקות גבוה זה תומך בכך שהתקדמותה של הכלבת מואצת באזורים בעלי צפיפות גיריות גבוהה. שיעור רבייה נמוך גורם לתקופת השתקמות גבוהה לאחר התפרצות המחלה.

מכרסמים – בניסויי מעבדה הוכח שקיים הבדל ברגישות לכלבת בין מכרסמים שונים, כאשר נכון שדות (*Microtus socialis*) הינו הרגיש ביותר. אולם, למרות רגישותם הרבה של מכרסמים לכלבת, אין להם חשיבות רבה בהפצתה מאחר וסיכוייהם לשרוד מפגש עם טורף נגוע בכלבת נמוכים מאד וטווחי תנועתם קצרים והתקופה בה הם מסוגלים להדביק (מסוף דגירה עד מוות) הינה קצרה מאוד.

עטלפים – עד כה לא תועדה כלבת בעטלפים בישראל, ולכן (למיטב הידע כיום) אין להם חלק בהפצת המחלה בישראל.

העובדה שמרבית מקרי הכלבת המתועדים בחיות בר בישראל (דולב 2006) נמצאו בשועלים (87%) איננה מעידה על כך שמין זה אחראי בלעדי לדגם התפשטות המחלה. יחד עם זאת ברור שמקרב היונקים, להרביבורים ולמכרסמים אין תפקיד משמעותי בהפצת המחלה (Holmala and Kauhala 2006). שיעור מקרי הכלבת המתועדים במיני הטורפים האחרים בארץ נמוך ב: 1-2 סדרי גודל מאלו שנצפו בשועלים. אל מינים אלה יש להוסיף את הכלבים (כלבי בית וכלבים משוטטים) שטווחי תנועתם דומים לאלו של זאבים, וששיעור מקרי הכלבת המתועדים בהם גבוה - כ-25% מכלל מקרי הכלבת בשנה בישראל (דולב 2006). בשנים האחרונות הפכו הכלבים למעבירים העיקריים של הכלבת בצפון ישראל (Yakobson 2010). סביר להניח שתרומתם של מינים אלה להתפשטות הכלבת מבוססת על האפשרות לגרום למחלה לדלג לטווחים גדולים מאזור אחד לאחר, גם אם הדבר מתרחש בתדירויות נמוכות בדומה למתואר אצל Jeltsch et al. (1997).

#### השפעת המרחב ותנועות ארוכות טווח על התפשטות הכלבת

"שרידתה" של מחלת הכלבת במרחב ובזמן מותנית בהצלחת העברת המחלה מפרט חולה לפרט בריא אחד לפחות במהלך הזמן המוגבל עד מותו (Wandeler et al. 1988, In: Holmala and Kauhala 2006). תנועות ארוכות טווח (נדירות) של פרטים שהינם נשאים לכלבת, מאפשרים למחלה לדלג ממקום אחד לאחר בטווחים של עשרות ק"מ (Macdonald and Voigt 1985, In: Holmala and Kauhala 2006). מודל כלבת שפותח ע"י Jeltsch et al. (1997) הראה שמספיקה חדירה של פרט אחד שהוא נשא לכלבת לכל מרחב בגודל של כ-14,000 ק"מ (בו לא הייתה כלבת) בכדי להסביר את דגם התפשטות הכלבת באירופה. עם זאת, מחסומים טופוגרפיים כרכסי הרים, נהרות רחבים ואגמים גדולים צפויים לעכב את התקדמות חזית המחלה (דולב 2006, Holmala



2006 and Kauhala). ניתוח אירועי כלבת באירופה הראה שקצב ההתקדמות של המחלה הינו של עשרות ק"מ בשנה (Toma and Andral 1977: 20-60 ק"מ בשנה; Ball 1985: 30-80 ק"מ בשנה). White et al. (1995) מתארים קצב התקדמות של המחלה, שהוא איטי יותר מתחזיות מרבית המודלים, מאחר וצפיפות האוכלוסייה באזורי הביניים נמוכה יחסית, ולכן סיכויי ההדבקה פחותים מאלו שהוערכו במחקרים קודמים.

מניתוח תוצאות של מקרי הכלבת בישראל בשנים 1980-2004 (דולב 2006) עולה תמונה בה אירועי התפרצות הכלבת בישראל היו בעלי תקופת התרחשות מוגבלת, ללא עונתיות ברורה של תחילת ההתפרצות במרחב ישראל. ניתן להגדיר מספר דגמי התפשטות שונים של הכלבת במרחב נתון: אירועים מקומיים – חדירת המחלה למרחב נתון תוך דעיכה בפרק זמן קצר, מבלי שאירעה התפרצות רחבה של מחלת הכלבת. אירועים אלה כוללים מספר מועט של מקרי כלבת מתועדים ומוגבלים לפרק זמן של כחצי שנה ולטווחים קצרים של עד 8 ק"מ ממקום הופעת מקרה הכלבת הראשון. תדירותם של אירועים אלה גבוהה יחסית.

התפשטות דיפוזית – חדירת המחלה לאזור נתון תוך התפשטות דיפוזית באותו מרחב מצומצם ללא התרחבות לטווחים רחוקים. אירועים אלה כוללים עד כעשרים של מקרי כלבת מתועדים, ומוגבלים לפרק זמן של כשנה וחצי ולטווח של 8-20 ק"מ ממקום הופעת מקרה הכלבת הראשון.

התפשטות ארוכת טווח – חדירת המחלה לאזור נתון תוך התפשטות משולבת הכוללת התקדמות המחלה בקפיצות לטווחים מרוחקים יותר בעזרת תנועות ארוכות טווח (dispersal, long range forays), והדבקה דיפוזית של פרטים במרחבים אליהם הגיעה המחלה בעזרת תנועות אלה. אירועים אלה כוללים עשרות מקרי כלבת מתועדים המוגבלים לפרק זמן של כ-3-4 שנים ולטווחים הגדולים מ-20 ק"מ ממקום הופעת מקרה הכלבת הראשון. טווח הדילוג מאזור אחד לאחר משתנה בווקטור הנושא את המחלה.

#### *מחזוריות הכלבת*

במהלך העשורים האחרונים מגוון רב של מחקרים עסקו ביצירת מודלים לחיזוי דינאמיקה של מחלות מידבקות ומחזוריותן, כבסיס ליצירת דרכי התמודדות מתאימות עם מחלות כדוגמת הכלבת (Barlow 1995; White et al. 1981; Anderson et al. 1979; May and Anderson 1996; Jeltsch et al. 1997; Thulke et al. 1997; Tischendorf et al. 1998; Thulke et al. 1999; Childs et al. 2000; Deal et al. 2000; Thulke et al. 2000; Bohrer et al. 2002; Smith et al. 2002; Thulke et al. 2005; Sterner and Smith 2006; Via et al. 2006). ניתן לחלק מודלים אלה לשתי קבוצות עיקריות:

Analytic models - מודלים דטרמיניסטיים (לרוב עם מרחב מרומז - Spatially Implicit) שעשו שימוש במשוואות דיפרנציאליות המבוססות על מידע דמוגרפי של אוכלוסיות הפונדקאי, ומצע אפידמיולוגי על המחלה (נגיעות, שיעור העברה, שיעור תמותה), לצורך חיזוי התפשטות המחלה באוכלוסייה (Barlow 1996; Anderson et al. 1981; May and Anderson 1979). המודל המתמטי של May and Anderson (1979) לדוגמא, בוחן מצב של מחלות מדבקות קטלניות ללא

אפשרות של התחסנות פרטים עקב חשיפה למחלה. במצב זה, כשצפיפות האוכלוסייה נמוכה, ההסתברות לכך שפרט חולה יבוא במגע עם פרט בריא לפני מותו, נמוכה מ-1.0 (כלומר, פרט חולה צפוי להדביק פחות מפרט אחד בממוצע) ולכן המחלה תדעך. כתוצאה מהצפיפות הנמוכה, התמותה מהמחלה תרד והאוכלוסייה תגדל. עם עליית צפיפות האוכלוסייה, תגדל הסתברות למגע בין פרט חולה ופרט בריא. כשצפיפות האוכלוסייה תעבור את צפיפות הסף (threshold density) בה הסתברות המגע בין פרט חולה ובריא גדולה מ-1, תתפרץ המחלה (Riley et al. 1998; Liloyd-Smith et al. 2005). מתוך מודלים כאלה ניתן לקבל חיזוי דינאמיקת האוכלוסייה בהשפעת המחלה, (גידול, קריסה, מחזוריות) ולחשב באופן מדויק את צפיפות הסף הדרושה לביעור המחלה. בגלל פשטותם היחסית, מודלים אלה נוחים לתיאור תופעה ולניתוח הפרמטרים שבבסיסה, אולם קשה להתאימם לאירועי התפרצות מתועדים. אחת המגבלות נובעת מכך שהמרחב בהם אינו מוגדר (spatially implicit) וכתוצאה מכך מיקום הפרטים החולים במרחב אינו מפורט וספציפי (הנחת בסיס לפיזור הומוגני), וכל פרט יכול להדביק כלפרט אחר על פני המרחב. אי לכך, לא ניתן להתאים את המחזוריות המחושבת ממודלים אלו למחזוריות התפרצות מחלה.

Individual based models – מודלים אלה מבוססים על דפוס תנועתו של כל פרט באוכלוסייה. לצורך כך נעשה שימוש במרחב מוגדר שבו מושפע מיקום הפרטים במרחב ממאפייני דמוגרפיה ומאפייני השטח. המודלים מסוג זה נחלקים לשתי קבוצות:

Spatially explicit models - מודלים אלה מתארים את המרחב כמטריצה היפותטית פשוטה המייצגת היבטים משמעותיים של פני השטח עליהם נע בעל החיים. במודל מסוג זה מחושבת צפיפות הפרטים ומצבם נגיעותם במחלה לכל תא בנפרד (לדוגמא: Bohrer et al. 1999; Thulke et al. 2002). תנועותיו של כל פרט מוגדרות על פני המרחב כמעבר בין תאי המטריצה ההיפותטית, ובהתאם לכך ניתן לחזות את התפרצות המחלה כתלות בשכבות המטריצה שבהן נעשה שימוש. חסרונם של מודלים אלה שהם אינם מציגים מרחב מציאותי, והנחת היסוד שלהם שתנאי ההתחלה (השטח) בכל התאים זהים ותנועת הפרטים אינה תלויה בתנאי השטח. מכיוון שהתנאים במרחב מרומז אינם קיימים במרחב אמיתי, המחזוריות ממודלים שכאלה שונה ממחזוריות המחלה.

Spatially realistic models – מודלים אלה מבוססים על פרמטרים שנאספו במרחב אמיתי שמשמעותיים להבנת הדינאמיקה המרחבית של האורגניזם הנבחן. במודל שכזה, מידע מרחבי מומר למטריצה נומרית המבטאת את ההסתברות התנועה של פרט במרחב. הדבר מאפשר שילוב בין דפוסי צפיפות ודמוגרפיה התלויים במרחב, לדינאמיקה של תנועת בע"ח כתלות במשתני הנוף, ברמת פירוט גבוהה (Ruckelshaus et al. 1997). בסיס מידע זה מאפשר לשלב בין דינאמיקת העברת המחלה בין פרטים, לבין צפיפותם ודגם תנועתם כתלות במאפייני מרחב כמו: טופוגרפיה, כיסוי צומח, כבישים, יישובי אדם וכדומה (Bar-David et al. 2005; Bar-Deal et al. 2000; David et al. 2006). יתרוןם של מודלים מסוג זה, בקבלת מידע מרחבי אמיתי על דינאמיקת התנועה של אוכלוסיות הפונדקאים. גישה זו היא המתאימה ביותר ליישום ולהבנת דפוס

מחזוריות של מחלה. עם זאת גישה זו דורשת מידת זהירות בכדי להימנע ממסקנות המבוססות על מידע דל (Bart 1995) ובמקביל אינה מאפשרת השלכת התוצאות באופן ישיר על אזורים אחרים.

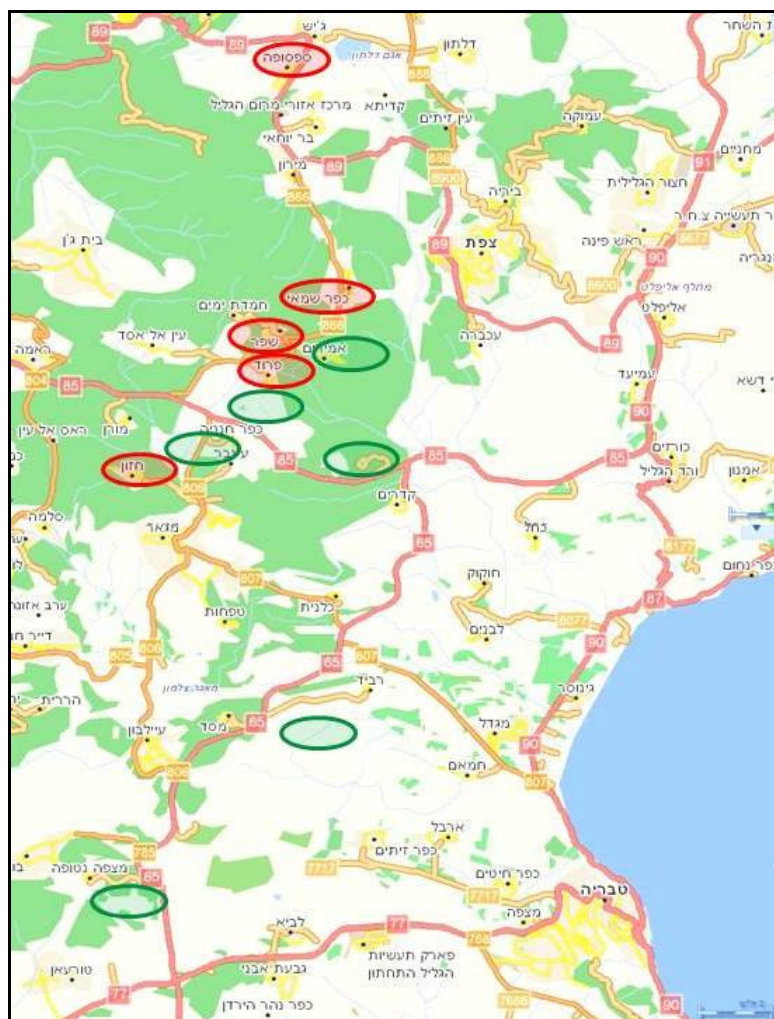
לרב, דפוס המחזוריות של התפרצויות כלבת באירופה חוזר על עצמו באזורים שונים וכולל שיא של מקרי כלבת בשועלים זמן קצר לאחר חדירת המחלה למרחב נתון. לאחר קריסה של אוכלוסיית הווקטורים העיקריים (שועל מצוי, לרוב) כתוצאה מהתפרצות הכלבת, נותרת המחלה ברמה נמוכה למשך 2-3 שנים. מחזוריות זו הינה פועל יוצא של ירידת הצפיפות של האוכלוסייה לאחר ההתפרצות כתוצאה משיעור תמותה גבוה (25%-50%) באזור חזית המחלה (Toma and Andral 1977). בעבר, התרחשו התפרצויות חוזרות של כלבת באירופה בתדירות של 3-5 שנים (Ginsberg and Macdonald 1990). בישראל מחזוריות התפרצות המחלה הוערכה ע"י Yakobson et al. (1998) בכ- 5-7 שנים, כשכמות המקרים הרבה ביותר בקרב שועלים ותנים תועדה בעונת הסתיו. עם זאת, לפי דולב (2006) שניתח את אותו בסיס נתונים (על פי חלוקה למרחב וזמן), תדירותם של אירועי כלבת אינה זהה בין אזורים גיאוגרפיים השונים בישראל. אירועי חדירה של כלבת באזורים של מרכז וצפון ישראל מתרחשים בתדירות ממוצעת הקטנה משנתיים בעוד שבאזורים מדבריים (ערבה, נגב וים המלח) תדירות חדירת המחלה הממוצעת הינה 3.3-4.3 שנים. חשוב לציין, שרק מיעוטם של האירועים מתפתחים לכלל התפרצות רחבה של כלבת. בחינת מחזוריות התפרצות הכלבת בין האזורים השונים, אינה מראה על דגם ברור. מכאן שלא ניתן להצביע באופן ברור על התקדמות של הופעת מחלת הכלבת מאזור אחד למשנהו ולמעלה חוקיות הופעתה במקביל באזורים שונים ברחבי ישראל. ניתוח מקרי הכלבת בישראל הראה שדעיכה ספונטאנית מתרחשת לרוב תוך חודשים ספורים, ובהתפרצויות גדולות בתקופת זמן הקטנה מ-4 שנים (דולב 2006). מצב זה, בו התפשטות המחלה בישראל אינה מתקדמת ברציפות מאזור אחד למשנהו ואינה פורצת בו זמנית במרחבים שונים, מרמז על כך שאזור בגודלה של ישראל, מהווה רק חלק מהמרחב הכולל בו מתקיימת דינאמיקה אוטונומית של הכלבת (דולב 2006).

התפשטות הכלבת בסקאלות רחבות מלמדת על מחזוריות תנועה בגלים, שיוצרת כתמים ממוקדים של התפרצות המנותקים זה מזה (Thulke et al. 1997). כתוצאה מכך, צפויה להיווצר כיווניות של התפשטות המחלה אל עבר האזורים בעלי צפיפות הפונדקאים הגבוהה. עם זאת, לא כניסתו של גל התפרצות חדש, צפוי שהמחלה תדעך באופן ספונטאני במרחב נתון בו צפיפות הפרטים נמוכה, כתוצאה מחוסר ההצלחה להעביר את הנגיף מפרט חולה לפרט בריא אחד לפחות (Wandeler et al. 1988, In: Holmala and Kauhala 2006). תהליך שכזה נבחן בעזרת מודל התפשטות כלבת במרחב אמיתי (Spatially realistic individual based model) בצפון ישראל (דולב 2006). מודל זה נבנה כמודל לחיקוי (emulation) דפוס ההתפשטות של מחלת הכלבת לפי מאפיינים אמפיריים של המחלה והווקטורים שלה במרחב זה. במבחי הרגישות למודל זה, הוברר שגם בשינוי דרסטי של הפרמטרים בבסיסו של המודל, לא ניתן היה ליצור מחזוריות של המחלה בתוך תחומי ישראל, וכל אחת מההתפרצויות דעכה לכל היותר בפרק זמן הקטן מ-170 שבועות לאחר חדירת המחלה.

## שיטות

### אזור המחקר

המחקר בוצע בגליל העליון ובגליל התחתון המזרחי, בתחום שבין מושב ספסופה בצפון (על מורדותיו המזרחיים של גוש הרי מירון) לבין אזור צומת גולני בדרום (איור 1). לאורך ציר זה מצויים חמישה יישובים שבהם מוקמו אתרי לכידה (איור 1, אדום) בהם השפעה אנטרופוגנית גבוהה (ספסופה כפר שמאי, שפר, פרוד, וחזון), כתוצאה מרמת סניטציה נמוכה של פגרי עופות המושלכים לצד הלולים ובמזבלות פתוחות. במצב זה מהווים היישובים תחנות האכלה קבועות לטורפים. האזורים השונים מיישבי לולים מהווים את אזורי הרקע (background areas) שהם בעלי השפעה אנטרופוגנית נמוכה. גם באזורים אלה מוקמו אתרי לכידה (איור 1, ירוק). אזורים אלה כוללים את שמורת נחל עמוד ונחל חנניה ממזרח, שמורת הר מירון ממערב, ושטחים טבעיים ושטחים חקלאיים בין היישובים ומסביבם.



איור 1 – אתרי לכידה באזור המחקר: אדום – יישובי לולים, ירוק – אזורי הרקע הכוללים שטחים טבעיים ויישובים ללא לולים.

## סקירה כללית של מבנה המחקר

משנת 2000 הוחל בפיזור אחיד בכל רחבי הגליל שלפיתיונות ORV וזאת כשנה לאחר התפרצות כלבת נרחבת הגליל ב-1998 (Nemtsov and King, 2001). בשנים הראשונות, בוצעו מידי שנה שני פיזורים, האחד באביב והשני בסתיו. החל בשנת 2006, צומצם הפרויקט לפיזור אחד בשנה, בעונת הסתיו (קינג מידע אישי). מחקר זה נערך במהלך השנים 2002-2009, כחלק מתוכנית הניטור של פרויקט החיסון בחלקו המזרחי של הגליל (עליון ותחתון). המחקר התמקד בלימוד והתחקות אחר דפוסי הפעילות של הווקטור העיקרי לכלבת מקרב חיות הבר - שועלמצוי, כבסיס להבנת ההשפעה של פיזור ORV על אוכלוסיות השועלים. התחקות אחר אוכלוסיות הווקטורים הפוטנציאליים, התבססה על לכידה ומישדור של שועלים במגוון אתרים שאיפשרו לימוד של הדינאמיקה המרחבית והדמוגרפית של אוכלוסיות הנשא העיקרי לכלבת. בשנים הראשונות (2002-2006) התמקד המחקר בבחינת ההבדלים בצפיפות השועלים, בדפוסי תנועתם המרחבית, ובמאפיינים דמוגרפיים (גיוס ושרידה) בין אזורים עתירי מזון (poultry sites) - מושבים חקלאיים המתמחים בגידול עופות) לבין אזורים המרוחקים מהם (non-poultry sites) - שטחים פתוחים ויישובים קהילתיים). בשנים 2006-2009 התמקד המחקר במספר מושבים המתמחים בגידול עופות (poultry sites), בהם נבחנה השפעת ניסוי הפחתת מזון על צפיפות השועלים, ועל מאפייני השרידה שלהם, בהשוואה לאזורים שלא טופלו ובהשוואה לשטחים הטבעיים. ניתוח של מקרי הכלבת במרחב הנדגם בשנים 1948-2009, שימש כבסיס לאפיון מחזוריות הגעת המחלה למרחב נתון (דולב 2006). הצלבה בין מאפייני המחלה (הדבקות, חולי, פגיעה באוכלוסיית נשאים) ומאפיינים דמוגרפיים ומרחביים של הווקטורים העיקריים לכלבת, שימשה כבסיס לבחינת ההשפעה של פיזור ORV על ויסות אוכלוסיות הטורפים.

## לכידה ומשדור

לכידת שועלים בוצעה בעזרת מלכודות רגל ע"פ השיטות שגובשו במחקר קודם (דולב 2006) ולאחריה בוצע מישדור שלהם בעזרת קולרי רדיו טלמטריה (MOD-205 - Telonics , Wildlife Materials – HLPM-2380 ו-ATS M-2220). קולרים אלה מאפשרים מיקום בע"ח בזמן אמת וכוללים חיישן מוות (Mortality sensor) שנותן אות מיוחד כאשר החיה מתה ובדרך זו מאפשר התחקות אחר שיעור השרידה. נעשה מאמץ לבצע את מקסימום הלכידות בפרק זמן קצר ככל שניתן. העונה המיטבית שנבחרה לביצוע הלכידות הינה הקיץ (חודשים אוגוסט-ספטמבר) בה הפרטים הצעירים מצויים בשלב ראשון של עזיבה של מאורת ההורים ונוחים ללכידה. בשלב זה גודלם קרוב לגודל פרט בוגר, והם עדיין לפני ביצוע התרחקות מנחלת ההורים לחיפוש נחלה חדשה. לאחר לכידה בוצעו הפעולות הבאות: הרדמה ומדידת פרמטרים מורפולוגיים ותערכתגל, הצמדת משדר רדיו טלמטרי ולקיחת דגימת דם (לצורך בדיקת נוגדנים המעידים על התחסנות בעקבות אכילת הפיתיון עם החיסון ולצורך בדיקה גנטית). השועלים שוחררו לאחר התאוששות מההרדמה באתר הלכידה. גילם של השועלים הוערך לפי מצב שיניהם ומאפיינים מורפולוגיים (מסה, היקף צוואר, אורך רגל – ממרפק עד קצה אצבעות). הפרטים חולקו לשתי קטגוריות גיל:

תת-בוגר – פרטים שנלכדו במהלך שנתם הראשונה, וגילם הינו בין 4-8 חודשים. בוגר – פרטים שגילם מעל 8 חודשים. אין כיום שיטה מהימנה לקביעת גיל משועל בוגר בשדה, ולכן לא בוצעה הפרדת גילאים מפורטת יותר. פרטים צעירים מגיל 4 חודשים, לא מושדרו, מכיוון שהמשדר היה כבד מדי ביחס לגודלם. פרטים מעל גיל 8 חודשים זהים בגודלם לבוגר, ולכן הוגדרו משלב זה ואילך כבוגרים.

פיזור מרחבי של הלכידות - אזור הלכידה (Poultry sites / Non-poultry sites) שימש לקטגוריזציה של אזור פעילותו של כל פרט. בוצעו לכידות בחמישה אתרים המצויים בסמיכות ליישובי לולים הנתונים להשפעה אנטרופוגנית גבוהה (Poultry sites), ובאתרים המרוחקים מיישובי לולים (Non-poultry sites) הנתונים להשפעה אנטרופוגנית פחותה (איור 1).

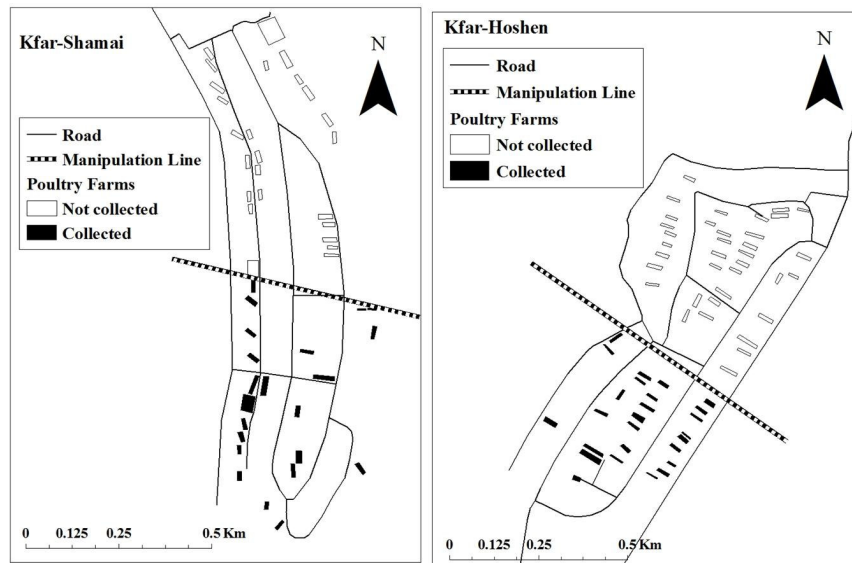
#### מעקב אחר אוכלוסיות השועלים

מיד לאחר התעוררותם מההרדמה שוחררו השועלים באתר הלכידה והחל מעקב אחר דפוסי פעילותם. המעקב אחר כל פרט בוצע עד תום פעולת המשדר (לפחות 18 חודשי סוללה) או עד מות החיה. תדירות המעקב אחר הפרטים הממושדרים הייתה 1-10 מיקומים ללילה, 1-2 לילות בשבוע, בכדי לקבל מידע על תחום מחייתם ואזורי שיחור המזון שלהם. לצורך איסוף המידע על משך השרידה, לאחר תום הניסוי הממוקד באזור נתון, נמשך המעקב הטלמטרי אחר החיות שהמשדר שלהן פעיל, בתדירות של אחת לחודש (עד תום פעולת משדר). איתור אווירי בוצע מעת לעת לחיפוש פרטים שנעלמו והתחקות אחר דפוסי תנועות ארוכות טווח. במקביל נערך מעקב בשיטת road transect בדרכי עפר בקרבת ובין היישובים ובתוך היישובים עצמם, וניטור דריסות לאיתור פרטים ממושדרים שנדרסו. עבודת השדה נערכה בתקופה שבין יולי 2002 לאפריל 2009.

#### ניסוי "הפחתת מזון"

בשנים 2007-2009 (פרוט בדולב וחובריו, 2010) נעשה ניסוי הפחתת מזון ב-3 מושבים באזור המחקר בהם מהווים לולי מטילות את ענף חקלאות בע"ח העיקרי או הבלעדי (שאין בהם הסדרה של הפסדים): כפר שמאי, ספסופה (כ. חושן) ושפר. לאחר כארבעה חודשי מעקב אחר הטורפים, הוחל בכל אחד מן המושבים (בנפרד), בניסוי מבוקר הבוחן הן את השפעתה של הפחתת זמינות המזון על אוכלוסיית הטורפים המשחרים למזון בתחומי המושב, והן את ההשפעות העוקבות על חברת היונקים הקטנים באזור הסמוך לו. לצורך כך חולק כל אחד מן המושבים לשני אזורים - צפון/דרום (איור 2). האזורים הדרומיים 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. הפסדים פונו (לאחר שקילה) למכולה גבוהה הממוקמת באתר פסולת ואיננה 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. לכן, בוצע ניסוי סילוק המזון בשפר בשני שלבים: בשלב הראשון פונו הפסדים

משלש מהלולים (n=6) המהווים את כל הלולים הפעילים בחלקו הצפוני של המושב במשך 11 חודשים. בשלב השני פונו הפסדים מכל הלולים בשוב (n=22) למשך 4 חודשים. מאחר והמתקר בשפר טרם הסתיים, תוצאותיו לא נכללו בניתוח.



איור 2 – תרשים של שניים מהיישובים - כפר שמאי (KS) וספסופה (KH), בהם בוצע "ניסוי הפחתת מזון" במחצית הדרומית של כל מושב. הקווים מייצגים הכבישים והמלבנים את הלולים בכל מושב (שחור - לולי טיפול, ללא צבע - לולי ביקורת). קו מקווקו מייצג את הגבול בין אזור הטיפול לאזור הביקורת.

### הערכת גדלי אוכלוסיות

הערכת גדלי האוכלוסיות/צפיפות נערכה בשתי שיטות:

Capture-recapture/resight – בשנים 2004-2002 (דולב 2006) חושב גודל האוכלוסייה של השועלים בכל אחד מהאזורים בעזרת תכנת Noremark (White 1996). עיקרון הפעולה של תכנה זו מבוסס על שיטת capture-recapture (Otis et al. 1978) ופרוצדורת mark-resight. בבסיס תוכנה זו עומדת ההנחה שכאשר אוכלוסיה נמצאת במצב שבו ידועים מספר הפרטים המסומנים באזור נתון (ע"פ משדרים), קיימת הסתברות קבועה לתצפיות/לכידות חוזרות של חיות מסומנות/ממושדרות מתוך האוכלוסייה הנתונה, ללא קשר לשיטת הדיגום. בהתבסס על הנחה זו נאסף המידע מתוך שיטות התצפית הבאות (בשנים 2004-2002): (א) חתכי דריסות. (ב) חתכים רכובים מוארי זרקור. (ג) חתכים רכובים ביישובים. (ד) לכידות חוזרות. לצורך הניתוח, בוצע ריכוז של כלל התצפיות וכלל התצפיות החוזרות (לכידות/דריסות/תצפיות בפרטים מסומנים) בכל מרחב נתון (בו בוצעו מגוון סוגי הדיגום) בכל חודש, תוך הגדרת כמות הפרטים הממושדרים במרחב הנבחר (כולל באזור החיץ בטווח של 0.5 ק"מ מסביב לאזור זה). בסיס מידע זה שימש להערכת צפיפות אוכלוסייה אזורי הדיגום בתקופה זו.

גודל אוכלוסיה מינימאלי – בשנים בהם התבצעה לכידה מרוכזת במושב נתון, נעשה מאמץ מרבי (ודומה בהיקפו) בכל היישובים ללכידת מירב הפרטים בהם. כמות הפרטים שנלכדו, היוותה את הגודל המינימאלי של אוכלוסיית הטורפים באותו ישוב בזמן נתון. מידע זה היה הבסיס לחישוב צפיפות האוכלוסייה המינימאלית ביישובים (בהם בוצעו לכידות) בשנים 2009-2005.

## דמוגרפיה

לימוד הדמוגרפיה של אוכלוסיות השועלים נעשה בדרכים הבאות:

### *1. הערכת שרידה*

קולרי הרדיו-טלמטריה מצוידים בחיישני מוות הגורמים להכפלת תדירות השידור, כאשר הקולר לא נע מעל 4 שעות - Mortality sensor. מידע זה מהווה ציון שהחיה כנראה מתה, ואישור לכך מתקבל במציאת הגופה. ריכוז המידע מכל השועלים הבוגרים שהיו במעקב, כלל את משך הזמן מיום תליית הקולר ועד מועד המוות, או גמר סוללה/העלמות החיה. שרידתם של פרטים צעירים שונה, ולכן לצורך ניתוח השוואת השרידה בין אוכלוסיות מאזורים/טיפולים שונים, נעשה על פרטים בוגרים בלבד. לכן נתוני פרטים שמושדרו בגיל תת-בוגר, הוכנסו לניתוח רק מהשלב בו הוגדרו כבוגרים (כ-8 חודשים, חודש ינואר בשנה שלאחר שהומלטו). במחקר קודם (דולב 2006), חושב המידע על שרידת צעירים בין סוגי אזורי לכידה, כפרמטר רלוונטי למודל התפשטות הכלבת.

הערכת השרידה של השועלים נעשתה ע"פ הגישה התיאורטית המתוארת אצל Burnham and Anderson (2002) תוך שימוש במודולת known-Fate בתכנת MARK (White and Burnham) (1999) להערכת שרידה של שועלים לאורך תקופת המחקר כתלות במימד הזמן (שנים ועונות) ובניסוי "הפחתת מזון זמין" לטורפים. לצורך ניתוח השרידה, נבחנו הגורמים הבאים כמשתנים מסבירים אפשריים: משתנים תלויי זמן ( $t$ ) ומשתנים תלויי קבוצה ( $g$ ). (1) משתנים תלויי זמן שנבדקו ( $t$ ): שנת מחקר (year - כל שנה בנפרד), עונת שנה (season), ותקופת טיפול "הפחתת מזון לטורפים" (treat). בהתאם לביולוגיה של השועלים הוגדרו 3 עונות: אפריל-אוגוסט (Spring) – עונת גידול צאצאים, ספטמבר-דצמבר (Fall) – הגירה של פרטים מתבגרים, וינואר-מרץ (Winter) – חיזור רבייה והריון. תקופות הטיפול נחשבו ממועד ההתחלה שלהן, עד גמר המעקב באזור. (2) משתנים תלויי קבוצה שנבדקו ( $g$ ): זוויג (gender) ואתר המחקר (8 מקבצי אתרים: כל האזורים הפתוחים/ללא גידול לולים קובצו לקבוצה אחת (p.sites), חמישה יישובים (v.sites) שמחסם 2 היו יישובים בהם נערך טיפול "הפחתת מזון לטורפים" במחצית היישוב. מחציות יישובים אלו נחשבו כשתי קבוצות נפרדות (treated and untreated)).

כל קבועי הזמן (parameters), כולל הטיפול, נחשבו כגורמים מתווספים (בעזרת MARK's design matrix). לדוגמה, חשיבות התרומה של עונה לשרידה הבסיסית התווספה באופן שווה לכל האזורים. השפעת טיפול "הפחתת מזון לטורפים" נכלל בשתי קבוצות כפר שמאי (KS) וספסופה – כפר חושן (KH). אזור הטיפול בכל אחד משני היישובים קיבל פרמטרים זהים לשאר היישוב לפני הטיפול. יחידת הזמן בניתוח שלנו הייתה חודש. ביצענו השוואה של מגוון מודלים בעזרת (quasi-Akaike Information Criterion) QAICc הנותן ערך השוואה יחסי למודלים הנבדקים ומדרג אותם לפי מידת ההתאמה שלהם להתפלגות הנתונים האמפיריים. שיטה זו מותאמת לגדלי מדגם קטנים (Burnham and Anderson 2002), תוך התמקדות בהשפעת



הטיפול. בדיקת ההשפעה של הטיפול נעשתה ע"י חישוב היחס בין שיעור השרידה במודלים הנבדלים זה מזה אך ורק באפקט הטיפול. בניתוח זה נבחנו 30 מודלים שמהם הוערכה השרידה. חישוב השרידה הכולל נעשה בעזרת ממוצע משוקלל שנתן לכל מודל את חשיבותו היחסית.

## 2. רביה – גיוס פרטים

התחקות אחר נקבות ממושדרות שימשה כאמצעי למציאת המאורות בהן מגודלים צאצאיהן. מעקב אחר המאורות איפשר להעריך את גודל השגר באזורים הנבדקים, כאשר מספר הגורים המקסימאלי שנצפה בסמוך למאורה לפני עזיבתם אותה, שימש בסיס להערכת היקף גיוס השועלים בכל מאורה. לצורך כך מוקמו מצלמות ווידאו ליד מאורות מאוכלסות, ובוצעו תצפיות ישירות על המאורות בתקופה בה מתחילים הגורים לשוטט באזור המאורה. בוצע ניתוח של ההבדלים בשיעור הגיוס בין האזורים הנבדקים (Poultry/non-poultry) כבסיס לאומדן שיעורי גידול האוכלוסיות.

## הערכת שיעור התגובה הסרולוגית לאכילת פיתיון

מכל פרט שנלכד נלקחה דגימת דם שנשלחה למעבדת הכלבת שבמכון הווטרינרי בבית דגן לבחינת רמת נוגדנים לכלבת. נוכחות נוגדנים לכלבת מעידה על תגובה חיסונית בעקבות חשיפה לתרכיב שבפיתיון ה-ORV. בדרך זו ניתן לקבל הערכה לגבי אחוז הפרטים באוכלוסייה שהתחסנו לכלבת כתוצאה מאכילת הפיתיון שפוזר. כמו כן, התפלגות שונה של פרטים מחוסנים באזורים השונים, עשויה ללמד על ההבדלים היחסיים בהצלחת החיסון (השפעת צפיפות הפרטים, צפיפות חיסון וכד'). הערכה זו הינה מינימאלית, מכיוון שלא בכל הפרטים שחוסנו למחלה ע"י פיתיונות ORV מתגלים נוגדנים לכלבת (קינג, ר., מידע אישי).

## ניתוח מקרי כלבת באזור המחקר

בחינת היכולת של מחלה כדוגמת הכלבת לווסת אוכלוסיות פונדקאים, מחייבת לימוד של תדירות החזרה של מחלה למרחב נתון לצד לימוד הדמוגרפיה של הפונדקאים. מאגר הנתונים של כלל מקרי הכלבת בישראל שתועדו ע"י השירותים הווטרינריים (מכון קימרון, בית דגן), אורגן מחדש והוסף מיקום במרחב לפי מיקום היישוב הקרוב למקום מציאת החיה (דולב 2006). לצורך לימוד מאפייני מחזוריות הכלבת, בוצע ניתוח של כלל המקרים במרחב המחקר שכלל את היישובים הנבדקים ורדיוס של 5 ק"מ מסביב להם שהוא מעל לטווח של רדיוס ממוצע של תחום מחיה של שועלים (דולב 2006).

## תוצאות

בעבודה זו נעשה מעקב אחר אוכלוסיות שועלים בגליל בין יולי 2002 לאפריל 2009. עם זאת, לאור העובדה שגם לתנים חלק בהעברת הכלבת ואף הם אוכלוסיית יעד ל-ORV, נלכדו ומושדרו גם תנים (כ-20% מהלכידות). ראינו לנכון לשלב מידע על אוכלוסיות אלה במקומות רלוונטיים כמיצע משלים. במהלך תקופה זו מושדרו 145 שועלים ו-38 תנים (טבלה 1, פרוט הלכידות בנספח) ב-11 אתרים בגליל (איור 1).

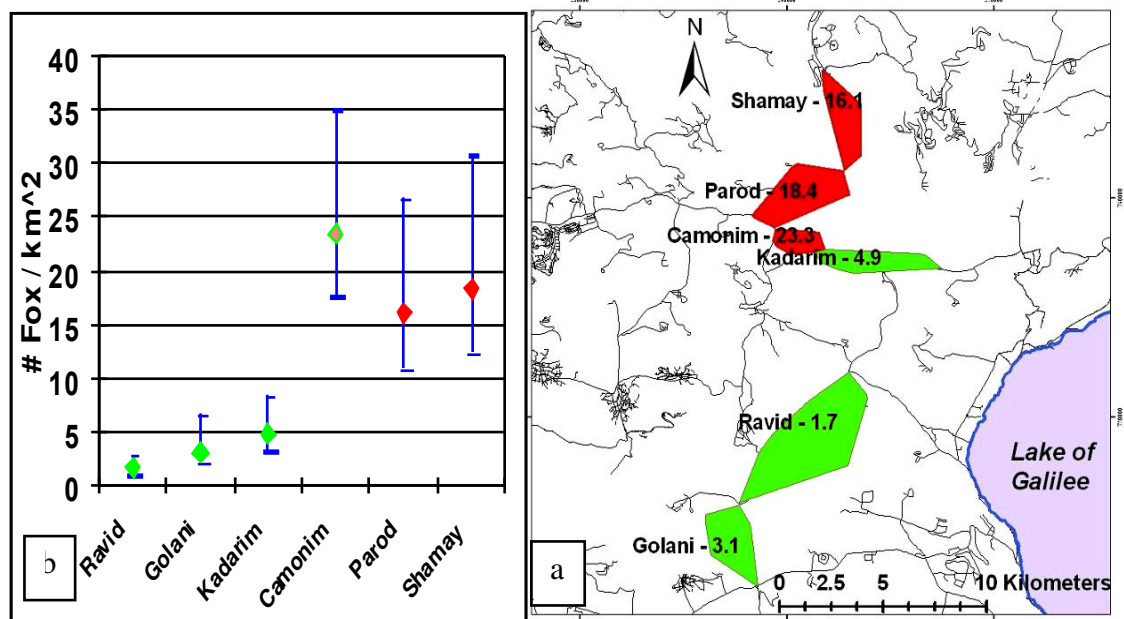
אתרים אלה נחלקו ל-5 אתרים המצויים בסמיכות ליישובים חקלאיים (Poultry sites) ול-6 אתרים המרוחקים מיישובים אלה. בשנים 2002-2005 בוצעו הלכידות במגוון האתרים המתוארים תוצאותיהן שמשו כבסיס להשוואה הצפיפות והדמוגרפיה של הטורפים בין אתרים עתירי מזון (Poultry sites) לבין אתרים שאינם כאלה (Non-poultry sites). בשנים 2006-2009 התמקדנו ב-3 יישובים עתירי מזון (בכל שנה יישוב אחד), לצורך ניסוי "הפחתת מזון זמין לטורפים" ולבחינת השפעתו על אוכלוסיותיהם.

Fox (site)	Type	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Amirim	Non-poultry site		4							4
Parod	Poultry site	1	4							5
Hanania	Non-poultry site		4							4
Hazon	Poultry site			4	12					61
Kadarim	Non-poultry site		6							6
Camonim	Non-poultry site	3	6	1						10
Ntofa	Non-poultry site			6						6
Ravid	Non-poultry site		1	7	4	2				14
Safsufa	Poultry site						18			18
Shamay	Poultry site	5	11	6	5	14				41
Shefer	Poultry site		4	2				7	8	21
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>145</b>
<b>Jackal (site)</b>										
Amirim	Non-poultry site	1								1
Parod	Poultry site	1	1							2
Hazon	Poultry site				1					1
Kadarim	Non-poultry site		1							1
Camonim	Non-poultry site		1	1						2
Ravid	Non-poultry site			1						1
Safsufa	Poultry site						6			6
Shamay	Poultry site		4		5	6				15
Shefer	Poultry site		3					3	3	9
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>38</b>

טבלה 1 - התפלגות לכידות שועלים ותנים שמושדרו באזור המחקר בגליל (לא נכללו לכידות חוזרות).

## הערכת צפיפות אוכלוסיות טורפים

הערכת צפיפות לפי *Capture-recapture/resight (2004-2002)* - היקף הלכידות/תצפיות והלכידות/תצפיות חוזרות אפשר הערכה של צפיפות השועלים באזורי המעקב השונים באזור המחקר. בשלב מקדים בוצעה הערכת גדלי האוכלוסיות בשישה אזורי דיגום בשטח המחקר: שלושה אזורים הכוללים יישובי לולים או אזור הסמוך ליישובי לולים, ושלושה אזורים המרוחקים מיישובי לולים. הערכת גודל האוכלוסייה נעשתה בשיטת *capture/recapture/resight* בעזרת תוכנת Noremark. תיחום כל אחד מהאזורים בוצע על פי גבולות החתכים השונים והיווה את הבסיס לחישוב צפיפות השועלים בהתבסס על גודל האוכלוסייה בכל אזור (איור 3a). תוצאות חישוב צפיפות האוכלוסייה במרחבים השונים (איור 3b) מלמדות על צפיפות שועלים של 23.3 - 16.1 שועלים לקמ"ר באזורים הסמוכים ליישובי לולים. לעומת זאת, באזורים שבהם ההשפעה האנטרופוגנית נמוכה עמדה צפיפות השועלים על 1.7-4.9 שועלים לקמ"ר. מתוך כך ניתן לראות שאזורים עתירי מזון כתוצאה מהשפעה אנטרופוגנית גבוהה, מאפשרים קיום אוכלוסיות שועלים בצפיפות שועלים הגדולה פי 4-5 מאזורים בהם ההשפעה האנטרופוגנית פחותה.



איור 3 – צפיפות השועלים במרחב (מתוך דולב 2006): a - פרישת אזורי הדיגום בשטח המחקר. התיחום של כל אזור מהווה את השטח עבורו חושבה צפיפות השועלים ולצידו מצוינת צפיפות השועלים הספציפית (לקמ"ר). אזורים בעלי גוון אדום כוללים "יישובי לולים" בתוכם או בסמיכות להם, אזורים בעלי גוון ירוק כוללים מרחבים שאינם סמוכים ליישובי לולים. b – גודל אוכלוסיית השועלים בכל אחד מן המרחבים כתלות בסוג אזור הדיגום. אדום – מרחבים הכוללים יישובים המתמחים בגידול עופות. ירוק – אדום – מרחב בו קיים גידול בע"ח אחרים, המצוי בסמיכות ליישובי לולים. ירוק - מרחבים בהם אין גידול עופות. ערכי 95% confidence interval מצוינים בערכי מינימום ומקסימום.

הערכת צפיפות בשנים 2005-2009 – גודל המדגם של תצפיות ישירות/חוזרות ושינוי שיטת הדיגום, הובילו לשינוי בדרך הערכת צפיפות שועלים ותנים בתקופה זו. ריכוז מאמץ לכידה מירבי בכל מושב נתון, בכל אחת מהשנים, איפשר קבלה של גודל אוכלוסיית מינימום בכל מושב בשנה נתונה. בהתאם לשטח כל מושב הוערכה הצפיפות המינימאלית של הטורפים לפני "תחילת ניסוי הפחתת מזון" (שבוצע בשנים 2006-2009).

בחינת ערכי צפיפות השועלים והתנים במהלך 5 שנים עוקבות בתחומי ארבעה מושבים שונים (טבלה 2) מראה שצפיפות השועלים והתנים ביישובים אלה הייתה דומה ועמדה במוצע על מעל ל-36 שועלים ומעל ל-11 תנים לקמ"ר בתחומי כל מושב בנפרד. מאחר ומאמץ הלכידות היה דומה בכל אחת מן השנים, הדמיון בערך הצפיפות בין מושבים שונים ובין שנים שונות, עשוי להצביע על כך שערך הצפיפות הממוצעת מאפיין את כושר הנשיאה של אזורים עתירי מזון בגליל, שהם בעיקר יישובי לולים (במצב של טרום הפעלת ממשק סניטציה). היות והטווח המינימאלי הממוצע בין יישובי לולים סמוכים בגליל ( $n=28$ ) עומד על  $2.33 \pm 0.29$  ק"מ (קו אווירי), ומאחר וניכר שצפיפות הטורפים בין יישובי הלולים השונים דומה מאוד, כי אז ניתן להניח שמרחבזה (ששטחו מעל 600 קמ"ר) כולל עשרות מוקדים בעלי צפיפות טורפים גבוהה (בדומה למחושב מעלה) הקבועה לאורך תקופות ארוכות.

יישוב	שנה	# לכידות שועלים	# לכידות תנים	שטח מיושב (קמ"ר)	צפיפות שועלים (קמ"ר)	צפיפות תנים (קמ"ר)
חזון	2005	12	1	0.326	37	3
כפר שמאי	2006	17	7	0.472	36	15
ספסופה	2007	18	6	0.471	38	13
שפר שלב א'	2008	8*	3	0.24	33	13
שפר שלב ב'	2009	9*	3	0.24	38	13
SE ±					$36.4 \pm 0.9$	$11.4 \pm 2.1$

טבלה 2 – מס' לכידות תנים ושועלים בשנים 2005-2009 ביישובי לולים. צפיפות הטורפים חושבה לפי מס' פרטים שנלכדו ומושדרו לקמ"ר (הערכת מינימום).

\*אחד השועלים נלכד 6, 4 שנים (בהתאמה) לאחר לכידה ראשונה ולכן לא הוכלל בטבלה 1.

## גיוס שועלים

### רביה - גיוס פרטים

תוצאות המעקב אחר מאורות שועלים פעילות (טבלה 3) הניב מידע אודות מספר הגורים שהיו בה בנקודת הזמן המאוחרת ביותר לפני תחילת עזיבתם את המאורה. כלומר, ערך זה מבטא את מספר הפרטים המתבגרים ששרדו באזור מאורת ההורים עד לשלב התפזרות הצאצאים וגיוסם לאוכלוסייה. תוצאות אלה מלמדות שבמאורות המצויות בתחום יישובי לולים (בעלי סניטציה נמוכה), שיעור הגיוס עומד על  $4.6 \pm 1.3$  תת-בוגרים למאורה, לעומת  $2.8 \pm 0.8$  באזורים המרוחקים מיישובי לולים ( $p=0.03$ ,  $df=8$ ,  $t=2.54$ ). מכאן ששיעור הגיוס ביישובי לולים (שבהם תנאי התזונה משופרים) גבוה בכ-60% לעומת שיעור הגיוס באזורים האחרים.

סוג אתר	זיהוי מאורה	גיוס (מס' פרטים)
Non-poultry site	מתילדה	3
Non-poultry site	עינב	4
Non-poultry site	רותם	2
Non-poultry site	רביד	2
Non-poultry site	רביד דרך	3
Poultry site	שגי אם	4
Poultry site	אנה	4
Poultry site	שמלול	7
Poultry site	שגי	4
Poultry site	חדווה	4

טבלה 3 – גיוס שועלים מתבגרים במאורות השונות כתלות בסוג אזור הדיגום (מתוך דולב 2006).

בנוסף, ניתוח דמוגרפי של אוכלוסיות השועלים בגליל (דולב 2006) הראה שקיימים הבדלים ניכרים בין אוכלוסיות השועלים בקרבת יישובים עתירי מזון והאזורים האחרים. מסת גוף ממוצעת של תת-בוגרים היתה גבוהה ב-22% באזור יישובי לולים, ושל שועלים בוגרים בשיעור של 10%-13% (M-10%, F-13%) כתוצאה מהבדלים בזמינות מזון, בדומה למתואר אצל Gortazar et al. (2000) בספרד. הבדלים אלה במסת גוף תועדו בין אוכלוסיות המצויות בטווח מרחביקטן זו מזו (2-10 ק"מ), דבר המחזק את ההערכה שמקור השינוי במקור מזון ממוקד מאוד. מכאן, שניתן להעריך את הטווח בו צפויה להיות אוכלוסייה שנשענת על מקורות אלה. עדות נוספת מתוארת אצל Cavallini and Santini (1996) שמציינים קשר ישיר בין מסת גוף גדולה יותר של שועלים מצויים לבין גידול בהצלחת הרבייה של נקבות. עובדה זו תואמת את תוצאות שיעור הגיוס שנצפה במחקר זה, שהיה גדול ביותר מ-60% במאורות הנסמכות על "יישובי לולים" ביחס למאורות באזורים המרוחקים מיישובי לולים. תוצאות עבודה זו מצביעות על שיעור הגיוס של צאצאים ממין נקבה העומד על  $\lambda = 1.4 - 2.3$  לשנה, כשיעור השרידה לנקבה בוגרת עומד על כ-62% (פירוט בהמשך). השוואה למחקר אחר בבריטול אנגליה בשנות ה-80 (Baker and Harris 2004), מלמדת על תוצאות דומות של שיעור הגיוס השנתי הממוצע של 2.7-4.3 פרטים למאורה שהם 1.35-2.15 נקבות לאם. בחינת ההבדלים בערך הגיוס למשך כ-5 שנים (משך מקורב של חיי נקבת שועל) בין האזורים בגליל מראה ששיעור הגיוס של נקבת שועל - R (טבלה 4) צפוי להיות גבוה פי 5.3 ביישובי לולים שעשירים במקורות מזון.

Site	Survival rate first year	Survival rate other years	# female cubs / mother / year	R (for life span of 5 years)
Non-poultry region	0.19	0.62	1.4	0.64
Poultry region	0.62	0.62	2.3	3.41

טבלה 4 - השוואת שיעור הגיוס בין נקבות שועל מאזור Non-poultry region לאזור Poultry region בהתבסס על טבלאות חיים בכל אחד מסוגי האזורים (מתוך דולב 2006).

## שרידת שועלים

במהלך תקופת המחקר רוכז המידע אודות משך הזמן בו פעל כל אחד מן הפרטים הממושדרים, ומועד התמותה, במידה והיה, נקבע ע"פ הזמן בו נקלט אות מוות מהמשדר. אימות נעשה ע"י חיפוש עד למציאתם של הקולרים של הפרטים שמתו. חלוקת הפרטים לקטגוריות לפי אזור הלכידה וטיפול "הפחתת מזון", כתלות במימד הזמן - שנים ועונות (איור 4), איפשרה לקבל דיפרנציאציה בזמן ובמרחב של שרידת השועלים.

g r o u p	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2	
	P	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S	F	W	S
KS ♀	1																									
KS ♂	1																									
t.KS ♀	2																									
t.KS ♂	2																									
KH ♀	3																									
KH ♂	3																									
t.KH ♀	4																									
t.KH ♂	4																									
Parod ♀	5																									
Parod ♂	5																									
Shefer ♀	5																									
Shefer ♂	5																									
Hazon ♀	5																									
Hazon ♂	5																									
Pristine ♀	6																									
Pristine ♂	6																									

איור 4 - התפלגות הנוכחות של שועלים בוגרים ממושדרים. ציר X - חלוקה לעונות (Spring, Fall, Winter) - ציר Y - כל אתרי הלכידה, כאשר בכל אתר ייצוג נפרד לזכרים ולנקבות. צבע אפור מייצג נוכחות של פרטים ממושדרים (אחד או יותר) ללא טיפול "הפחתת מזון". צבע שחור מייצג נוכחות של פרטים ממושדרים בתקופה בה הופעל טיפול "הפחתת מזון זמין". תאים ללא צבע מייצגים היעדר שועלים ממושדרים.

### בחירת המודל המתאים

בעזרת טבלת חיים שהוכנה על סמך נתוני כל הפרטים (מועדי לכידה עד מועדי תמותה/העלמות/או מועדי ניתוח המידע), הורצו מגוון רב של מודלים אפשריים (הבדל בין המושבים השונים, השפעת טיפול, הבדל בין שנים, עונת שנה, והשוואה לשטחים טבעיים) ב- Known-Fates module בתכנת MARK, המותאמת לניתוח שרידה של אוכלוסיות של בע"ח ממושדרים במשדרי רדיו עם חיישן תמותה (המאפשר לדעת את גורל החיה). ההשוואה בין המודלים נערכה באמצעות AIC (Akaike Information Criterion), המדרג את המודלים באופן יחסי לפי יכולתם להסביר את נתוני השרידה.

לכל מודל נקבע ערך AIC weight, המציין את המשקל היחסי שלו בהשוואה למודלים האחרים (טבלה 5). כל המודלים המובילים (1-13) כללו את טיפול "הפחתת מזון זמין לטורפים" (treat), כאשר 3 הטובים ביותר (טבלה 5, 1-3) לא נבדלו באופן מובהק זה מזה ( $QAICc < 2.0$ ). מודלים אלו כללו בנוסף לטיפול, גם את התרומה של היישוב, הזויג (במודל אחד), והעונה (במודל אחד). השוואת שלושת המודלים המובילים למודלים המקבילים ללא הטיפול, הראתה שלמודל 1 סבירות של פי 40,000 ממודל 24 המקביל לו, למודל 2 סבירות של פי 38,000 ממודל 25 המקביל לו, ולמודל 3 סבירות של פי 9,000 ממודל 28 המקביל לו.

### הערכת שרידה

הערכת שיעורי שרידה נעשתה על סמך ממוצע משוקלל של כלל המודלים בהתאם לסבירותם היחסית. שרידה חודשית ממוצעת הוערכה לכל עונה בכל אחד מן האתרים (טבלה 6). ניתן לראות שבפרקי הזמן ללא הטיפול ערך השרידה החודשית בכל אחד מ-8 האתרים (5 יישובי לולים, שתי מחציות יישובי לולים לפני טיפול וכלל האזורים הטבעיים), נותר יציב תוך שינויים מועטים בין העונות והשנים ( $\pm 2\%$ ). הדבר מצביע על יציבות מתמשכת בשרידה לאורך כל תקופת המחקר (2002-2009) בכל אחד מהאתרים בנפרד (למעט בתקופת ניסוי הפחתת מזון). ככלל, ניתן לראות שונות נמוכה בערכי השרידה במרבית האתרים ביישובי הלולים ובשטחים הטבעיים (השרידה החודשית הממוצעת - 0.96-0.99 (61.3%-88.6% שנתית)). חריג מכלל זה היה מושב חזון בושיעור השרידה היה נמוך משאר האתרים (~0.95 (54% שנתית)), בכל תקופת המעקב. ייתכן שהדבר קשור לממשק החקלאי באזור זה.

#	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
4	{t(treat season year), g(.)}	422.96	10	3.22	0.04	0.02	227.50
5	{t(treat season), g(.)}	423.68	4	3.94	0.02	0.01	240.22
6	{t(treat year), g(.)}	423.78	8	4.03	0.02	0.01	232.32
7	{t(treat), g(.)}	423.87	2	4.13	0.02	0.01	244.41
8	{t(treat year), g(p.sites)}	424.77	13	5.03	0.01	0.00	223.31
9	{t(treat season year), g(v.sites)}	424.89	11	5.15	0.01	0.00	227.43
10	{t(treat season), g(v.sites)}	425.54	5	5.80	0.00	0.00	240.08
11	{t(treat year), g(v.sites)}	425.62	9	5.88	0.00	0.00	232.16
12	{t(treat), g(v.sites)}	425.68	3	5.93	0.00	0.00	244.21
13	{t(treat season year), g(p.sites)}	425.84	15	6.10	0.00	0.00	220.38
14	{t(year), g(.)}	432.26	7	12.52	0.00	0.00	242.80
15	{t(season), g(.)}	433.04	3	13.29	0.00	0.00	251.58
16	{t(.), g(.)}	433.05	1	13.30	0.00	0.00	255.59
17	{t(season year), g(.)}	433.16	9	13.41	0.00	0.00	239.70
18	{t(year), g(v.sites)}	434.25	8	14.50	0.00	0.00	242.78
19	{t(season), g(v.sites)}	434.83	4	15.09	0.00	0.00	251.37
20	{t(.), g(v.sites)}	434.92	2	15.17	0.00	0.00	255.46
21	{t(season year), g(v.sites)}	435.09	10	15.34	0.00	0.00	239.63
22	{t(t.KS), g(p.sites)}	435.19	7	15.44	0.00	0.00	245.73
23	{t(t.KS season), g(p.sites)}	435.42	9	15.68	0.00	0.00	241.96
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
26	{t(year), g(p.sites)}	436.48	12	16.73	0.00	0.00	237.02
27	{t(t.KH), g(p.sites)}	437.30	7	17.55	0.00	0.00	247.84
28	{t(.), g(p.sites gender)}	437.41	7	17.66	0.00	0.00	247.87
29	{t(t.KH season), g(p.sites)}	437.45	9	17.70	0.00	0.00	243.98
30	{t(season year), g(p.sites)}	437.76	14	18.02	0.00	0.00	234.30

טבלה 5 – תוצאות מודל שרידת שועלים בעזרת Known-Fates module בתכנת MARK. גורמי זמן שנבחנו כללו: שנה, עונה ותקופת טיפול (treat). גורמי קבוצה שנבחנו כללו זווית ג-8 אתרים: שטחים טבעיים ואזורים ללא לולים (p.sites) שקובצו לקבוצה אחת, 5 יישובי לולים (v.sites) שבהם נכללו גם מחציות המושב שהיוו ביקורת לטיפול הפחתת מזון (כפר שמאי -KS, וספסופה -KH), ו-2 מחציות יישובים שבהם בוצע טיפול הפחתת מזון. משמעות העמודות השונות: QAIC – ציון יחסי לכל מודל. ככל שערכו נמוך יותר, המודל מתאים יותר להתפלגות השרידה; Parameters – מספר הפרמטרים בכל מודל; Delta – ההפרש בציון AIC בין כל מודל למודל הראשון; Likelihood – מידת הדמיון למודל הראשון לפי likelihood model; Weights – משקלו היחסי של המודל בהשוואה למודלים האחרים (ערך פרופורציוני). ערך זה משמש בסיס לחישוב ערך השרידה המשוקלל; Deviance – ערך השונות.



Year	Season	Site\Gender															
		KS ♀	KS ♂	KS.T ♀	KS.T ♂	KH ♀	KH ♂	KH.T ♀	KH.T ♂	Parod ♀	Parod ♂	Shefer ♀	Shefer ♂	Hazon ♀	Hazon ♂	Pristine ♀	Pristine ♂
2002	S	0.97								0.97			0.99				
2002	F	0.98								0.98			0.99			0.97	
2003	W	0.98								0.98		0.99	0.99			0.97	
2003	S	0.97								0.97	0.97	0.99	0.99			0.97	
2003	F	0.97		0.97						0.98	0.98	0.99	0.99			0.97	
2004	W	0.98	0.98	0.98						0.98	0.98	0.99	0.99			0.97	0.97
2004	S	0.97	0.97	0.97						0.97	0.97		0.98	0.94	0.94	0.96	0.96
2004	F	0.97	0.97	0.97						0.98	0.97		0.99	0.95	0.95	0.97	0.97
2005	W	0.97	0.97	0.97							0.98		0.99	0.95	0.95	0.97	0.97
2005	S	0.97	0.97	0.97									0.99	0.95	0.94	0.97	0.97
2005	F	0.98	0.97	0.98									0.99	0.95	0.95	0.97	
2006	W	0.98	0.98	0.98									0.99	0.96	0.96	0.97	0.97
2006	S	0.96	0.96	0.96	0.96								0.98	0.94	0.94	0.96	0.96
2006	F		0.97	0.97	0.97								0.98	0.95	0.95	0.97	0.97
2007	W	0.97	0.97	0.83	0.83								0.99	0.95		0.97	
2007	S	0.97	0.97	0.80	0.80	0.98	0.98	0.98	0.98				0.98	0.94		0.96	
2007	F		0.97			0.99	0.99	0.99	0.99				0.99			0.97	
2008	W	0.98	0.97			0.99	0.99	0.93	0.93				0.99			0.97	
2008	S	0.97	0.97			0.99	0.99	0.93	0.92				0.99			0.97	
2008	F	0.98	0.97			0.99	0.99	0.94	0.94				0.99			0.97	
2009	W	0.98	0.98			0.99	0.99	0.94	0.94				0.99			0.97	
2009	S	0.97	0.97			0.99	0.99	0.94	0.94				0.99			0.97	

טבלה 6 – הערכת שיעור שרידה חודשי לכל עונה ובכל אזור, תוך הפרדה לזוויגים. מקטעי הטיפול מודגשים באפור.

ניסוי הפחתת המזון, פתח לפנינו צוהר להתחקות אחר שינויים אפשריים בערך השרידה של שועלים כתוצאה מפעילות ממשק (טבלה 7). ניתן לראות כי באזור הטיפול בכפר שמאי (KS) ירדה השרידה השנתית פי 8 לערך כתוצאה מהטיפול (0.97 חודשי לפני ל- 0.80-0.83 אחרי), ובאזור הטיפול בספסופה (KH) ירדה השרידה השנתית פי 2 לערך (0.99 חודשי לפני ל- 0.94-0.92 אחרי), ערכים הנמוכים מאוד מהשרידה המוערכת באזורים טבעיים.

שפסופה	כפר שמאי	
88.6	69.4	שיעור שרידה לפני טיפול (%)
44.7	8.8	שיעור שרידה לאחר טיפול (%)

טבלה 7 – שיעור שרידה שנתי של שועלים כתלות ב"טיפול הפחתת מזון" בכפר שמאי (KS) ובספסופה (KH).

#### שיעור התחסנות ל-ORV (מתוך דולב 2006)

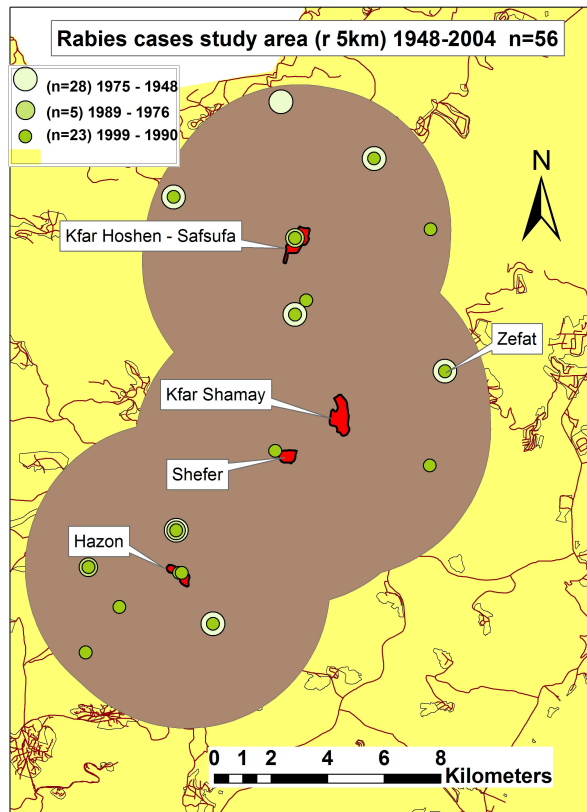
עבודת השדה בשנים 2002-2004, שימשה כבסיס לקביעת שיעורי ההתחסנות לכלבת במרחבים השונים שבשטח המחקר (טבלה 8). תוצאות דגימות הדם (n=35) כללו שועלים ששהו בגליל בתקופת פיזור ORV (לא נכללו פרטים שנולדו לאחר מועד החיסון). מתוצאות אלה נמצא שיעור הפרטים בהם נמצאו נוגדנים לכלבת באזורים של יישובי לולים (poultry sites) הוא 57.1%, לעומת שיעור התחסנות של 38.1% באזורים המרוחקים מיישובי לולים (non-poultry sites).

Non-poultry sites		Poultry sites		אזור
תת-בוגר	בוגר	תת-בוגר	בוגר	גיל שועל
11	10	3	11	מס' דגימות
14.3	23.8	7.1	50.0	שיעור התחסנות (%)
38.1		57.1		שיעור ההתחסנות (%)

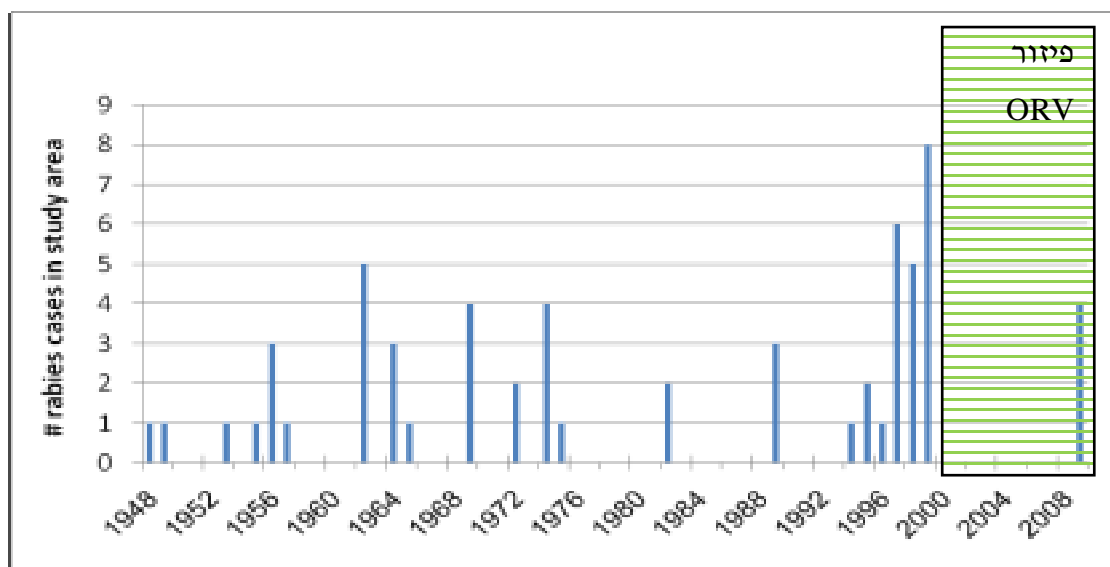
טבלה 8 – שיעור התחסנות לכלבת באזורים השונים.

#### מחזוריות אירועי כלבת בגליל

בניתוח של כלל מקרי הכלבת בגליל בשנים 1980-2004 בחיות בר, נמצא שתדירות אירועי הכלבת הייתה כמעט כל שנתיים (דולב 2006). עם זאת, בכדי לבחון מחזוריות באזור מוגדר נדרשת בחינת מחזוריות פרטנית. לצורך כך נבחרו כל מקרי הכלבת (חיות בר וחיות משק) בשנים 1948-2004 באזור המחקר. השטח הנבדק כלל את האזור ברדיוס של 5 ק"מ מסביב למושב הוללים: ספסופה, כפר שמאי, שפר וחזון (איור 5), מתוך התבססות על טווחי התנועה של שועלים ותנים במרחב זה (דולב 2006, בינו 2007, דולב וחובריו 2008, קפוטא מידע שלא פורסם). בתקופה שלאחר מכן, תועדו במרחב זה בשנת 2009, 4 מקרי כלבת נוספים (כלבים) בעיר צפת (3-5 ק"מ מכפר שמאי).



איור 5 - פיזור מרחבי של 56 מקרי כלבת בשנים 1948-2004 ברדיוס של 5 ק"מ סביב יישובי הלולים באזור המחקר. הגוונים השונים מייצגים את כלל המקרים בקטגוריית השנים המצוינת. בשנת 2009 תועדו 4 מקרים נוספים - כולם בצפת. התפלגות מקרי הכלבת באזור המחקר משנת 1948 ועד תחילת פיזור החיסון האוראלי בגליל ב-1999 (איור 6), מצביעה על כך שמחזוריות ממוצעת של הופעת המחלה עומדת על  $6.5 \pm 1$  שנים, כאשר בין כל מקבץ אירועי כלבת היו בממוצע  $3.3 \pm 0.62$  SE שנים שבהם לא נתגלה מקרה כלבת באזור זה. בחישוב זה לא נכללה התקופה משנת 2000-2009 מאחר וכללה את תקופת פיזור ORV.



איור 6 - התפלגות בזמן של מקרי הכלבת באזור המחקר - גליל עליון מזרחי.

## דיון ומסקנות

פיזור חיסון אוראלי לכלבת (ORV) המיועד לשועלים ותנים, החל ברחבי הגליל בשנת 2000 ומאוחר יותר הורחב לכל שטחי הארץ. במהלך השנים, חוזרת ומושמעת הטענה כי השימוש ב-ORV מונע את התפרצויות הכלבת ובכך מסיר למעשה גורם המווסת את אוכלוסיות השועלים והתנים. בחינה מחודשת של הנושא לאור תוצאות עבודה זו מחייבת הסתכלות רחבה בהיבטים הבאים:

### השפעת ORV על גודל אוכלוסיות ווקטורים

השימוש בחיסון ORV כאמצעי להתמודדות במחלת הכלבת הוחל בהיקף נרחב בעולם המערבי במהלך 20 השנים האחרונות. כפי הנראה, עקב הזמן הקצר יחסית, כמעט ולא פורסמו עבודות רבות הבוחנות את ההשפעה של ORV על צפיפות וגודל אוכלוסיות המינים שחוסנו לכלבת. אחת העבודות היחידות שבחנו את השפעת ORV על אוכלוסיות השועלים (Goszczyński et al. 2008) עשתה שימוש בחתכי עקבות, מיקום מאורות המלטה וגדלי שגר וחתכים רכובים, במהלך 25 שנים (15 שנות מעקב לפני החיסון, ו-10 שנות מעקב לאחר החיסון). תוצאותיה מראות עליה במספר המאורות בשטח המחקר לעומת ירידה של כ-11% בכמות הפרטים בשגר. להערכתם קיימת עלייה של 66%-110 באינדקסים שנמדדו לגבי עוצמת פעילות השועלים. במקביל ציינו שצפיפות ממוצעת של אוכלוסיות שועלים במספר אזורים בפולין, לאחר תחילת השימוש ב-ORV, היו 1.2-2 שועלים לקמ"ר, מבלי שהיו בידם הערכות צפיפות כמותיות לפני ואחרי תחילת פיזור ORV באזור המחקר. לעומת תוצאות אלה, בחינה מתמשכת של צפיפות שועלים באתרים שונים בגליל הצבעה על דמיון רב בצפיפויות בין יישובים שונים, בשנים שונות. הדבר מרמז על כך שאלו כנראה ערכי כושר הנשיאה ושאוכלוסיות שועלים אלו נמצאות בצפיפויות התואמות את כושר הנשיאה מזה זמן (לפחות ב-7 שנות המחקר: 2002-2009). ערכי הצפיפויות בשטחים הפתוחים בשנים 2002-2004 (אזור 3) נותנים ביטוי לכושר הנשיאה של השטח ללא השפעת היישובים, כאשר העדר מידע מתמשך על צפיפות השועלים בשטחים הפתוחים, נובע מהיקפה הנרחב של עבודת השדה הנדרשת לצורך קבלת מידע זה. עם זאת, העובדה שאזור זה נתון לשינויים מועטים בכושר הנשיאה, והעובדה שערכי הצפיפות שחושבו (המייצגים אולי את כושר הנשיאה) דומים במספר אזורים שונים המרוחקים זה מזה, תומכת באפשרות שמידע זה מייצג את המצב בשטחים הפתוחים. לכאורה מציגות שתי עבודות אלה תוצאות הפוכות. אולם מבחינה מדוקדקת של הנתונים, עלה שהצפיפויות בשתי העבודות נבדלות בסדר גודל. בעוד שהעבודה בפולין מצביעה על ערכי צפיפות קטנים יחסית (ולכן העלייה המשמעותית בשיעור השינוי של האינדקסים), המידע שטאסף במרחב של יישובים חקלאיים בישראל, כלל הערכות צפיפות הגדולות ביותר מפי 15 מבפולין (מעל 35 שועלים לקמ"ר). כמו כן, ייתכן שמגמות שינוי בטווח זמן כה ארוך (25 שנה) מייצגות לא רק הבדלים בממשק של פיזור ORV, אלא שינויים נוספים בשימושי השטח האנושיים ובכושר הנשיאה, בעוד שטווחי זמן קצרים יותר כדוגמת המחקר בישראל (7 שנים), צפויים לכלל שינויים קטנים יותר בפעילות האנטרופוגנית ומתוקף כך בכושר הנשיאה של השטח.

## דילול כאמצעי ממשק להקטנת הסתברות להתפרצות כלבת

בקונפליקט בין אדם לטורפים, נהוגים בעולם שלשה סוגי ממשק: השמדה, צייד תחת פיקוח והגנה מלאה (Treves and Karanth 2003). במקרים רבים קיימת התלבטות רבה בקשר לסוג הממשק הרצוי, כאשר אחת הגישות הנהוגה כוללת הגנה על אוכלוסיית טורפים עד להתאוששות לגודל שנקבע, ולאחר מכן מתחיל הוויסות. כמו כן ננקטות גם פעולות הגורמות לשינוי התנהגות הטורפים כעיקור והעתקה, או יצירת חסמים פיסיים כדוגמת גדרות ותעלות להגנה על תא שטח נדרש. Treves and Karanth (2003) ממליצים על שימוש משולב בכלים לשינוי התנהגות, ובכלים היוצרים חסמים, כאמצעי להפחתת הקונפליקט. ראוי לציין, שסניטציה של איזור שנוסתה בגלל (דולב וחובריו 2010), אכן נמצאת בקטגוריה של שינוי התנהגות ע"י שליטה על משאב.

כאשר בוחנים את שיטות הממשק הנהוגות עבור אוכלוסיות שועלים ותנים, ניתן לחלקן לשתיים:

1. שיטות בעלות השפעה קצרת טווח - כוללות אמצעים ישירים להקטנת גודל האוכלוסייה כדוגמת דילול והרעלה. בשיטות אלה, כאשר מפחיתים את האוכלוסייה בהיקף הקטן מ-50%, צפויה התאוששות של האוכלוסייה על ידי פיצוי בילודה כבר בעונת הרבייה העוקבת. יצירת מחסומים וגדרות, אינה צפויה להשפיע באופן משמעותי על גודל האוכלוסייה, אלא אם כן היא מונעת באופן מוחלט גישה למשאב חיוני.
2. שיטות בעלות השפעה ארוכת טווח – פועלות להקטנת כושר הנשיאה, כדוגמת הפחתת מזון (לדוגמה סניטציה). תגובה לטיפול זה צפויה לגרום להפחתת משאבים המקטינה את יכולת הגיוס. התגובה לטיפול צפויה לבוא לידי ביטוי כבר שבועות ספורים לאחר תחילת הטיפול (דולב וחובריו 2010). בנוסף, תוצאות העבודה בגליל (דולב וחובריו 2010) מצביעות על כך שגם בדפוסי ההגירה צפוי שינוי שיגרום לירידה ניכרת בשיעור השרידה. מכאן, שבכדי להשיג שינוי בצפיפות באופן היעיל והמהיר ביותר, רצוי לשלב בין השיטות. שימוש בשיטה של דילול בלבד, צפויה לתרום להפחתה זמנית בלבד בגודל האוכלוסייה. שימוש בכלי הסניטציה בלבד יכול להיות יעיל בפני עצמו (כפי שנוסה בגליל), אולם במידה ורוצים לזרז את התהליך, ניתן לשלב דילול לאחר הסניטציה, ולדבר יכולה להיות תרומה בהקטנת נזקים כבר בשלב הראשון בו אוכלוסיית הטורפים עדיין גדולה מכושר הנשיאה החדש של השטח.

## כלבת כגורם מווסת אוכלוסיות

רבות מן העבודות העוסקות בדינאמיקה של מחלת הכלבת (לדוגמה: May & Anderson 1979; Anderson et al. 1981; Barlow 1996), מתארות גידול באוכלוסיית הווקטורים הפוטנציאליים לכלבת עד להגעתה לצפיפות הסף של התפרצות המחלה. בנקודה זו מתחילה המחלה להתפשט ומעת שהיא גורמת לקצב התמותה לעבור את קצב הגיוס, היא מביאה לפחיתה ניכרת בגודל האוכלוסייה של הווקטורים. עקב הירידה בצפיפות האוכלוסייה נבלמת התפרצות המחלה. התאוששות האוכלוסייה המתרחשת בעונות הרבייה העוקבות מעלה שוב את הצפיפות, עד שזו מגיעה שוב לצפיפות של סף התפרצות המחלה והתהליך חוזר על עצמו. כך, נוצרת מחזוריות שכתלות במדדים השונים, יכולה להיות יציבה, מתכנסת או מתבדרת. כאשר בוחנים דפוס זה, רואים שערכי המקסימום של צפיפות האוכלוסיות, נקבעים לרוב ע"י כושר הנשיאה של השטח.

בכדי להגיע למצב בו מחלת הכלבת היא המווסתת את האוכלוסייה, צריך זמן המחזור של התפרצות המחלה להיות קצר מפרק הזמן הנדרש להתאוששות האוכלוסייה.

מעקב אחר אוכלוסיות שועל מצוי בגליל בשנים 2002-2009 מצביע על יציבות בערכי השרידה במרבית האזורים הנבדקים, הן ביישובי לולים (אזורים עתירי מזון) והן באזורים הטבעיים. יציבות זו בערכי השרידה עשויה ללמד על אחת משתי אפשרויות:

1. האוכלוסייה נמצאת קרוב לכושר הנשיאה.

2. האוכלוסייה נמצאת במגמת גידול/ירידה עם שיעור תמותה אחיד – כלומר ללא אירועי מגיפה חריגים וללא תלות בצפיפות.

העדר ידע מקדים על האוכלוסייה בגליל (שרידה וצפיפות) בתקופה שלפני תחילת פיזור ORV אינו מאפשר לבחור, מי מבין האפשרויות המוצעות (או אחרות) מתאימה, ועל כן בדרך זולא ניתן לקבוע האם נוצרה הסרה של גורם מווסת לאוכלוסיית הווקטורים. אי לכך, נדרשנו לבחון הנשא מכיוונים אחרים בכדי לגבש תובנה מושכלת.

תוצאות המעקב אחר אוכלוסיות השועל המצוי, מצביעות על כך שבאוכלוסיית השועלים ביישובי הלולים בגליל, עומד שיעור הגיוס השנתי על 2.3 נקבות לשנה לכל נקבה בוגרת (דולב 2006). כלומר, תיאורטית, בכל שנה מסוגלת האוכלוסייה המתרבה לגדול ביותר מפי 2 מהאוכלוסייה בשנה קודמת (כתלות בכושר הנשיאה כמובן). עבודות שבחנו את היקף התמותה כתוצאה מהתפרצויות חזקות של כלבת, באזור חזית ההתקדמות של המחלה, מצאו שהיקף התמותה בחזית ההתפרצות עשוי להגיע לכל היותר ל-25%-50% מהאוכלוסייה (Toma and Andral 1977). מכאן, שבכדי שמחלה/מגיפה (כדוגמת הכלבת) תצליח להיות גורם מווסת של אוכלוסיית ווקטורים, קיים צורך שתדירות התפרצות המחלה והיקף ההפחתה באוכלוסייה, יהיה גבוה מכושר הגיוס של הווקטורים.

לאור תוצאות עבודה זו, כאשר בוחנים את מידת ההשפעה המוערכת של התפרצויות כלבת על אוכלוסיות שועלים באזורים שבהם צפיפותם גבוהה (יישובי לולים לדוגמה), ניתן להסיק שבמידה והתפרצות כלבת תפגע בצורה מקסימאלית באוכלוסייה נתונה (25%-50%), צפויה אוכלוסייה זו לָפְחוֹת לכמחצית. מאחר וכושר הגיוס של השועלים שתועד עולה על 2.7 פרטים לנקבה לשנה ( Baker and Harris 2004, דולב 2006), כי אז הפיצוי להפחתת אוכלוסייה של כ-50% (המקסימום המוערך מהתפרצות כלבת), צפוי להיות תוך מחזור רבייה אחד. כלומר, בכדי שמחלת הכלבת תהווה גורם מווסת של אוכלוסיית הווקטורים, תדירות ההופעה של התפרצויות כלבת, צריכה להיות קטנה משנה במרחב נתון. בפועל, ניתוח תדירות החזרה של אירועי כלבת באזור נתון במשך 52 שנותיה הראשונות של ישראל (1948-1999), לפני תחילת פיזור ORV, מצביע על ערך העולה על 6 שנים. מכאן שבמצב זה, לא סביר שמחלת הכלבת תהיה הגורם המווסת משמעותית את אוכלוסיית הווקטורים העיקרית.

## השפעת ORV על אוכלוסיות תנים

העברת הכלבת בארץ, נעשית בעיקר ע"י מינים שונים ממשפחת הכלביים, כאשר בשנים האחרונות קיים גידול ניכר בשיעור מקרי הכלבת בכלבים משוטטים ובתנים (Yakobson 2010). בעבודה זו רוכזה ההתייחסות לשועלים מאחר ובעשורים האחרונים (עד לפני כ-3 שנים), היווה את אוכלוסיית הווקטורים העיקרית למחלה, ומאחר שהמידע שהיה בידינו עבורם איפשר ניתוח מפורט של השפעת השימוש ב-ORV על אוכלוסיותיהם בגליל. עם זאת הצטבר בידינו מידע לא מבוטל גם על אוכלוסיות התנים. מידע זה אינו מספק בשלב זה בכדי לקבל ניתוח מפורט, אולם יכול לאפשר גיבוש הערכות לגבי מידת ההשפעה של פיזור ORV גם על אוכלוסיות אלה.

למרות שבעבר נחשבו התנים כרגישים פחות משועלים להידבקות בכלבת (שיעור מקרי הדבקות קטן פי 10 לערך, מתוך דולב 2006), בשנים האחרונות חלה עליה בשיעור מקרי הכלבת בתנים (Yakobson 2010). עם זאת, בהסתכלות ארוכת טווח, ניתן להעריך ששיעור הידבקותם מתקרב לזה של שועלים לכל היותר. קיים חוסר במידע אמפירי מתועד על קצב גידול האוכלוסייה בברשל תנים, אולם לפי Mendelsohn & Yom-Tov (1999), גודל השגר בשביה עומד על 3-8. מתוך כך ועל פי תצפיות אישיות, ניתן להעריך שבממוצע, לכל נקבה ממליטה יש מעל לשני גורים בכלשגר. ערך זה דומה לקצב גידול האוכלוסייה המינימאלי המתואר לעיל בשועלים. ניתוח שיעור שרידת התנים בגליל, בפארק בריטניה ובגולן (טרם פורסם), מצביע על כך שבאוכלוסיות יציבות שנבדקו (פארק בריטניה והגולן), שיעור השרידה השנתי דומה בערכו לזה שחושב עבור שועלים בגליל (מעל 60% לשנה). הדבר מלמד, שבמידה ואוכלוסיה זו נחשפת להפחתת אוכלוסיה (כתוצאה מכלבת לדוגמא) של כ-50%, היא מסוגלת לפצות על כך בעונת רבייה אחת. מכאן, שמאחר ולאוכלוסיות התנים כושר גיוס דומה ושיעורי שרידה דומים, כי אז ניתן להעריך שגם במקרה זה, הגורם המווסת אוכלוסיות מין זה הוא כושר הנשיאה ולא התפרצויות מחלת הכלבת.

כמו כן, כאשר בוחנים פעילות יישומית להקטנת אוכלוסיות התנים ניתן לציין שתוצאות ניסויי הסניטציה ב-3 מושבים בגליל הראו שלאחר סניטציה, עומד שיעור ההפחתה בפעילות תנים באזור נתון (תמותה ו/או הגירה), על כ-80% (דולב וחובריו 2010). מצב זה מחזק את ההערכה שהכלבת איננה מהווה גורם מווסת משמעותי באוכלוסיות התנים (בתדירות הופעת המחלה הקיימת), ושלסניטציה יעילה, כוח השפעה משמעותי מאוד ומהיר יחסית על אוכלוסיות התנים, שתלויות מאוד (כפי הנראה) במקורות מזון אנטרופוגניים.

## סיכום

ניתן לומר שהמחזוריות הנצפית בהתפרצויות הכלבת בטבע, אינה נגרמת על ידי אותם תהליכים שמביאים למחזוריות במודלים האנאליטיים שמתארים את המחלה. המעבר ממודל אנאליטי שבו המרחב מרומו למרחב אמיתי שבו צפיפות האוכלוסייה משתנה על פני המרחב וקיימים מחסומים טבעיים ומלאכותיים, משנה מאוד את הדינאמיקה של המחלה. ספציפית, אוכלוסיות מקומיות שהן יחסית קטנות אינן יכולות לקיים את המחלה לאורך זמן כאשר צפיפותן יורדת אל מתחת לערך הסף, ועל כן צפויה המחלה להעלם. המחזוריות במקרים אלה (בישראל לדוגמא) נוצרת ככל הנראה על ידי תנועה מרחבית וחדירה תקופתית של המחלה ממדינות שכנות. הנחה זו מסבירה

היטב את המחזוריות הארוכה יחסית בישראל (מעל 6 שנים באזור נתון למרות שקצב הגידול של השועלים היה אמור לאפשר התפרצויות חוזרות כל שנתיים) ואת ההתפרצויות מוגבלות הטווח שברובן התחילו לאורך קו הגבול הצפוני או המזרחי. מכאן שלמחלת הכלבת תפקיד שולי בויסות אוכלוסיות השועלים בישראל ולמעשה גורמת בעיקר לירידות קצרות טווח (~שנה) ומקומיות. לכן, ניתן להעריך שהשפעה של פיזור פיתיונות החיסון אוראלי לכלבת (ORV), ככל הנראה, לא מהווה גורם משמעותי שבעטיו גדלות אוכלוסיות השועלים מעבר לגודלן טרם תחילת תכנית פיזור ORV, והממשק היעיל ביותר להקטנת צפיפות היתר של הכלביים בישראל ולהקטנת ההסתברות להתפרצויות כלבת, יכול היעשות על ידי שיפור הסניטציה.

## **תודות**

ברצוננו להודות על עזרתם של מתנדבים רבים, חקלאי המושבים באזור המחקר בגליל, מדריכי ביס"ש ופקחי רשות הטבע והגנים, על עזרתם הרבה בשלבים השונים בעבודת השדה. עבודה זו נעשתה כחלק מפרויקט החיסון האוראלי של שועלים ותנים, בתמיכת רשות הטבע והגנים והשירותים הווטרינריים, ובתמיכה של משרד המדע (תכנית מס' 740/04) ומשרד החקלאות (תכנית מס' 07-0353-596).



## רשימת ספרות

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. עבודת גמר לתואר דוקטור לפילוסופיה, אוניברסיטת בן גוריון.

דולב, ע., בינו, ג., קארק, ס., יושע, ד., בן-צבי, א., קפוטא, ד., קינג, ר. וזלץ, ד. (2010) צפיפות מוגברת של תנים ושועלים כתוצאה מפעילות חקלאית של גידול עופות והשפעתה על מבנה חברה היונקים במערכות האקולוגיות השכנות ללולים. הוגש למדען משרד החקלאות ולרשות הטבע והגנים.

לבנטל, א. ו. אניס, א. (1998) כלבת בישראל – התחדשות האיום. בריאות הציבור 6.

Anderson, R. M., Jackson, H. C., May, R. M. and Smith, A.M. (1981) Population dynamic of fox rabies in Europe. *Nature* 289:765-771.

Baker, P.J. and Harris, S. (2004) The behavioural ecology of red foxes in urban Bristol. In: Macdonald, D. W. and Sillero-Zubiri, C. (Eds.), *Conservation of Wild Canids*. Edited by Wildlife Conservation Research Unit, University of Oxford. Oxford University press. 450p.

Ball, F. G. (1985) Front-wave velocity and fox habitat heterogeneity. In: Bacon, P. J. (Ed.), *Population Dynamics of Rabies in Wildlife*, Academic Press, London, pp. 197-222.

Bar-David, S., Saltz, D. and Dayan, T. (2005) Predicting the spatial dynamic of a reintroduced population: The Persian fallow deer. *Ecological applications* 15:1833-1846.

Bar-David, S., Lloyd-Smith, J. O. and Getz, W. M. (2006) Dynamics and management of infectious disease in colonizing populations. *Ecology* 87:1215-1224.

Barlow, N.D. (1996) The ecology of wildlife disease control: simple models revisited. *Journal of Applied Ecology* 33:303-314.

Bart, J. (1995) Acceptance Criteria for Using Individual-Based Models to Make Management Decisions. *Ecological Applications* 5:411-420.

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.

- Brochier, B., Kieny, M.P., Costy, F., Coppens, P., Baudin, B., Lecocq, J.P., Languet, B., Chappuis, G. and Desmettre, P. (1991) Large scale eradication of rabies using recombinant vaccinia-rabies vaccine. *Nature* 354:520-522.
- Bohrer, G., S. Shem-Tov, E. Summer, K. Or, and D. Saltz. (2002) The effectiveness of various rabies spatial vaccination patterns in a simulated canid population with clumped distribution: and individual-based stochastic model. *Ecological Modelling* 152:205-211.
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R. (2002) *Model Selection and Multimodel Inference*. New York: Springer-Verlag.
- Chautan, M., Pontier, D. and Artois, M. (2000) Role of rabies in recent demographic changes in red fox (*Vulpes vulpes*) populations in Europe. *Mammalia* 64: 391–410.
- Childs, J. E., Curns, A. T., Dey, M. E., Real, L. A., Feinstein, L., Bjørnstad, O. N. and Krebs, J. W. (2000) Predicting the local dynamics of epizootic rabies among raccoons in the United States. *PNAS* 97:13666-13671.
- Deal, B., Farello, C., Lancaster, M., Kompare, T. and Hannon B. (2000) A dynamic model of the spatial spread of an infectious disease: the case of fox rabies in Illinoy. *Environmental Modeling and Assessment* 5:47-62.
- Dolev, A., Perelberg, A., Saltz, D. and King, R. (2006a) Model for optimizing oral rabies vaccination, based on red fox population dynamics. In: *Israel Journal of Ecology and Evolution. Proceeding of the 34<sup>th</sup> Annual Conference of the Israeli Society for Ecology and Environmental Quality Sciences*, Haifa, Israel.
- Dolev, A., Saltz, D. and King, R. (2006b) Anthropogenic-dependent over-abundance of fox populations: patterns and conservation implications. In: *Proceedings of the 1st European Congress of Conservation Biology*, Eger, Hungary.
- Dolev, A. and Saltz, D. (2007) The importance of movement types and variance in the spread of epidemics. In: *Proceedings of the 92th Annual Conference of the Ecological Society of America (August 5 - August 10, 2007), San Jose, USA*.
- 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. 1<sup>st</sup> Middle Eastern Biodiversity Congress Aqaba, Jordan 20-23 October 2008.

- Farry, S.C., Henke, S.E., Beasom, S.L. & Fearnough, M.G. (1998) Efficacy of bait distributional strategies to deliver canine rabies vaccines to coyotes in southern Texas. *Journal of Wildlife Diseases* 34:23-32.
- Fowler, C. W. (1988) Population dynamics as related to rate of increase per generation. *Evolutionary Ecology* 2:197-204.
- Fu, Z.F. (1997) Rabies and rabies research: past, present and future. *Vaccine* 15(Supplement):S20-S24.
- Ginsberg, J. R. and Macdonald, D. E. (1990) Foxes, wolves, Jackals and dogs: an action plan for the conservation of canids. The IUCN/SSC Canid Specialist Group. IUCN publication, Gland.
- Goszczyński, J., Misiorowska, M., Juszko, S. (2008) Changes in the density and spatial distribution of red fox dens and cub numbers in central Poland following rabies vaccination *Acta Theriologica* 53:121-127
- Holmala, K. and Kauhala, K. (2006) Ecology of wildlife in Europe. *Mammal Rev.* 36:17-36.
- Jeltsch, F., Müller, M. S., Grimm, V., Wissel, C. and Brandl, R. (1997) Pattern formation triggered by rare events: lessons from the spread of rabies. *Proc. R. Soc. Lond. B* 264:495-503.
- Lloyd-Smith, J.O., Cross, P.C., Briggs, C.J., Daugherty, M., Gez, W.M., Latta, J., Sanchez, M.S., Smith, A.B. and Swei, A. (2005) Should we expect population thresholds for wildlife disease? *TREE* 20:511-519.
- Macdonald, D. W. and Voigt, D. R. (1985) The biological basis of rabies models. In: *Population dynamics of rabies in wildlife* (ed. Bacon, P. J.), pp. 71-108. London: academic press.
- Macdonald, D. W. (1995) *European mammals. Evolution and behavior.* Harper Collins Publishers, London.
- May, R.M. and Anderson, R.M. (1979) Population biology of infectious diseases: part II. *Nature* 280:455-461.
- Mendelsohn, H. and Yom-Tov, Y. . 1999. *Fauna Palaestina - Mammalia of Israel.* Keter Press, Jerusalem.
- Nemtsov, C.S., and King, R. (2001) Management of wild canids (fox, jackal and wolf) in Israel, with respect to their damage to agriculture, and to the spread of

- rabies. Pp. 219-230, in: *Advances in Vertebrate Pest Management*, vol. 2 (H.J.Pelz, D.P. Cowan and C.J. Feare, eds.). Filander Verlag, Furth.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. (1978) Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildl. Monogr.* 62:1-135.
- Riley, S. P.D., Hadidian, J. and Manski, D.A. (1998) Population density, survival, and rabies in raccoons in an urban national park. *Canadian Journal of Zoology* 76:1153-1164.
- Ruckelshaus, M., Hartway, C. and Kareiva, P. (1997) Assessing the data required of spatially explicit dispersal models. *Conservation Biology* 11:1298-1306.
- Selhorst, T., Thulke, H. H. and Müller, T. (2001) Cost-efficient vaccination of foxes (*Vulpes vulpes*) against rabies and the need for a new baiting strategy. *Preventive Veterinary Medicine* 51:95-109.
- Smith, D.L., Lucey, B., Waller, L. A., Childs, J. E., Real, A. (2002) Predicting the spatial dynamics of rabies epidemics on heterogeneous landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci.*99:3668-3672.
- Smith, G. C. and Wilkinson, D. (2003) Modeling control of rabies outbreaks in red fox populations to evaluate culling, vaccination, and vaccination combined with fertility control. *Journal of Wildlife Diseases.* 39: 278–286.
- Sterner, R. T. and Smith, G. C. (2006) Modeling wildlife rabies: Transmission, economics , and conservation. *Biological conservation* 131:163-179.
- Treves, A., and Karanth, U. K. (2003) Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology* 17:1491-1499
- Tischendorf, L., Thulke, H.H., Staubach, C., Mueller, M.S., Jeltsch, F. Goretzki, J., Selhorst, T. Mueller, T., Schlueter, H., and Wissel, C. (1998) Chance and risk of controlling rabies in large-scale and long-term immunized fox populations. *Proc. Roy. Soc. Lond. Series B. Biol. Sci.* 265:839-846.
- Toma, B. and Andral, L. (1977) Epidemiology of fox rabies. *Adv. Virus Res.* 21:1-36.
- Thulke, H.H., Tischendorf, L., Staubach, C., Müller, M. S. and Schlüter, H. (1997) Simulation based in investigations on the consequences of changed rabies spreading within immunized fox populations. *Epidémiol Santé Anim.* 31-32 (1.02), 1-3.

- Thulke, H. H., Grimm, V., Müller, M. S., Staubach, C., Tischendorf, L., Wissel, C. and Jeltsch, F. (1999) From pattern to practice: a scaling-down strategy for spatially explicit modeling illustrated by the spread and control of rabies. *Ecological Modelling* 117:179-202.
- Thulke, H. H., Tischendorf, L., Staubach, C., Selhorst, T., Jeltsch, F., Müller, M. S., Schlüter, H. and Wissel, C. (2000) The spatio-temporal dynamic of a post-vaccination resurgence of rabies in foxes and emergency vaccination planning. *Preventive Veterinary Medicine* 47:1-21.
- Thulke, H. H., Selhorst, T. and Müller, T. (2005) Pseudorabies virus infections in wild boar: data visualization as an aid to understanding disease dynamics. *Preventive Veterinary Medicine* 68:35-48.
- Via, F., Cleaveland, S., Rasmussen, G. and Haydon, D. T. (2006) Development of vaccination strategies for the management of rabies in African wild dogs. *Biological Conservation* 131:180-192.
- White, P. C. L., Harris, S. and Smith, G. C. (1995) Fox contact behavior and rabies spread: a model for the estimation of contact probabilities between urban foxes at different population densities and its implications for rabies control in Britain. *J. Appl. Ecol.* 32:693-706.
- White, G. C. (1996) NOREMARK: Population Estimation from Mark-Resighting Surveys. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 50-52.
- White, G. C. and Burnham, K. P. (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study Supplement* 46:120-138.
- Yakobson, B. (2010) Current Situation of Rabies in Israel. Available at: <http://agri3.huji.ac.il/~yakobson/rabheb/> (accessed on 20 06 2010).
- Yakobson, B., Manalo, D.L., Bader, K., Perl, S., Haber, A., Shahimov, B., Shachat, N. & Orgad, U. (1998) An epidemiological retrospective study of rabies diagnostics and control in Israel, 1948-1997. *Israel J. Vet. Med.* 53:1-16.

## נספחים

### טבלת לכידות שועלים ותנים

מבחנה	בע"ח	תאריך	Year	אתר	שם	תדר	זווית	משקל (ק"ג)	היקף צוואר (ס"מ)	טרזום (ס"מ)	גיל	דומטור (ml)	קטמין (ml)	X	Y	נוגדנים לבלב
	שועל	03/07/2002	2002	Shamay	שגיי	150.1		3	14		תת-בוגר			193686	1261831	
	שועל	03/07/2002	2002	Shamay	שמאי	150.03		3.3	16		תת-בוגר			193686	1261831	
	שועל	02/08/2002	2002	Shamay	שימי	150.17		4.7			בוגר			193317	1262496	
	שועל	12/08/2002	2002	Shamay	שפי	150.06		4.2	17.5		בוגר			193317	1262496	
	שועל	13/08/2002	2002	Parod	פפריקה	150.15		4.2	19		בוגר			190846	1260051	
	שועל	13/08/2002	2002	Shefer	שפרה	150.22		3.8	17		תת-בוגר			191473	1261056	
	שועל	18/08/2002	2002	Shefer	שושן	150.05		4.8	19.5		בוגר			191473	1261056	
	שועל	19/08/2002	2002	Shefer	שוקי	150.18		3.8	16		תת-בוגר			191473	1261056	
0.18	שועל	20/08/2002	2002	Camonim	עזרא	150.26		5.05	20		בוגר			190664	1258321	
	שועל	03/09/2002	2002	Camonim	עדי	150.23		3.8	18		בוגר			190913	1258515	
119	שועל	06/09/2002	2002	Shefer	שאל	150.11		4.95	20.5		בוגר			191137	1261301	
	שועל	13/09/2002	2002	Camonim	עמירם	150.19		2.5	14		תת-בוגר			191114	1258151	
	שועל	20/10/2002	2002	Shamay	ניר	150.24		4.2	18		בוגר			193529	1264308	
	שועל	03/01/2003	2003	Camonim	עודד	150.27		5	21.2	14.7	בוגר			191084	1258455	
21	שועל	09/01/2003	2003	Camonim	ענת	150.07		3.9	18.2	13.6	בוגר			190655	1258457	
	שועל	09/01/2003	2003	Camonim	עומרי	150.16		4.4	20	13.6	בוגר			191084	1258455	
	שועל	09/01/2003	2003	Camonim	עליזה	150.09		3.4	16	12.7	בוגר			191263	1258233	
	שועל	21/02/2003	2003	Kadarim	קידר	150.2		5.5	24.5	15.7	בוגר			193424	1257172	
9	שועל	29/03/2003	2003	Kadarim	קרן	150.24		3.6	16.8	13.5	בוגר			193340	1257199	
	שועל	15/04/2003	2003	Shamay	שומסום	150.27		5.5	22.5	15.2	בוגר			192933	1262037	
	שועל	22/05/2003	2003	Shamay	שימחה	150.09		4.2	21.5	13	בוגר			192939	1262035	
	שועל	05/06/2003	2003	Shamay	שמון	150.04		5.15	20.3	15.2	בוגר			192940	1262794	
	שועל	17/06/2003	2003	Shamay	אגס	150.14		2.45	14.5	12.8	תת-בוגר			192295	1263729	
	שועל	17/06/2003	2003	Shamay	אסולין	150.29		3.95	17.2	13.9	בוגר			192295	1263729	
	שועל	17/06/2003	2003	Shamay	שמלו	150.37		4.75	18.5	14	בוגר			193079	1262667	
3	שועל	10/07/2003	2003	Shamay	אנה	150.39		4.1	18	13.2	בוגר			192295	1263729	שלי
4	שועל	10/07/2003	2003	Shamay	שיר	150.31		3.9	16.5	13.5	בוגר			193159	1262360	שלי
5	שועל	10/07/2003	2003	Shamay	אולי	150.12		2.7	15.2	13.9	תת-בוגר			192479	1263798	חיובי
2	שועל	15/07/2003	2003	Hanania	מתלדה	150.35		3.55	17	13	בוגר			189407	1257861	שלי
6	שועל	16/07/2003	2003	Hanania	מעיון	150.14		2.5	13.5	12.5	תת-בוגר			189407	1257861	חיובי
7	שועל	17/07/2003	2003	Hanania	מוקי	150.3		2.8	15	14.2	תת-בוגר			189407	1257861	חיובי
8	שועל	18/07/2003	2003	Hanania	מנשה	150.25		3.15	14.5	13.5	תת-בוגר			189407	1257861	שלי
10	שועל	29/07/2003	2003	Parod	פסח	150.36		4.75	18.4	14.3	בוגר			191057	1259570	חיובי
11	שועל	31/07/2003	2003	Parod	פסטה	150.21		3.2	15.4	12.9	תת-בוגר			191057	1259570	שלי
12	שועל	01/08/2003	2003	Parod	פולינה	150.28		4.1	16.9	14.7	בוגר			191057	1259570	חיובי
13	שועל	01/08/2003	2003	Parod	פרדי	150.19		5.8	21.1	16	בוגר			191057	1259570	חיובי
14	שועל	04/08/2003	2003	Shefer	שלומי	150.34		3.85	16.9	14.2	תת-בוגר			191300	1260839	שלי
15	שועל	04/08/2003	2003	Camonim	עיב	150.33		3.5	15.3	13.8	תת-בוגר			190996	1258386	שלי
	שועל	04/08/2003	2003	Shefer	שמיל	150.46		3.75	16.9	14	תת-בוגר			191300	1260839	
16	שועל	05/08/2003	2003	Camonim	עמליה	150.38		4.15	17.6	14.1	בוגר			190955	1258351	שלי
17	שועל	06/08/2003	2003	Kadarim	קדם	150.13		3.85	16.9	14.5	בוגר			193078	1257246	חיובי
19	שועל	06/08/2003	2003	Amirim	אמוץ	150.51		3.4	15.5	14.2	תת-בוגר			192958	1260324	שלי
20	שועל	08/08/2003	2003	Kadarim	קלמנטנה	150.48		3.1	15.8	13.5	תת-בוגר			193022	1257085	שלי
22	שועל	05/09/2003	2003	Amirim	אמי	150.13		2.55	13.8	13.4	תת-בוגר			192904	1260344	שלי
23	שועל	11/09/2003	2003	Amirim	אמדוקס	150.45		3.5	15.6	14.3	תת-בוגר			192904	1260344	שלי

של ילי	1256817	192612		תת-בוגר	14	15.9	3.85	נקבה	150.13	קלע	Kadarim	2003	03/10/2003	שועל	24
של ילי	1260333	192943		תת-בוגר	13.4	15.4	3.4	זכר	150.475	אמרלד	Amirim	2003	03/10/2003	שועל	25
של ילי	1257300	192197		בוגר	13.3	16.9	3.75	נקבה	150.06	קויים	Kadarim	2003	06/11/2003	שועל	27
חיובי	1262068	192936		בוגר	14.3	20.7	5.25	נקבה	150.18	שמעין	Shamay	2003	22/12/2003	שועל	32
חיובי	1262780	192959		בוגר	13.2	18.2	4.15	נקבה	150.17	שממה	Shamay	2003	22/12/2003	שועל	33
חיובי	1249715	192884		בוגר	13	18.9	4.4	נקבה	150.43	רותם	Ravid	2003	30/12/2003	שועל	34
	1249277	189739		בוגר	14	20	4.45	זכר	150.14	רגב	Ravid	2004	19/01/2004	שועל	35
	1249189	191873		בוגר	14.2	19.5	4.1	זכר	150.13	רביד	Ravid	2004	19/01/2004	שועל	36
	1244235	186824		בוגר	15.7	20.1	4.8	זכר	150.3	גולני	Ntofa	2004	19/03/2004	שועל	38
	1245183	186374		בוגר	14.4	18.4	4	זכר	150.34	גרש	Ntofa	2004	30/03/2004	שועל	39
	1245309	186495		בוגר	13.3	16.5	3.2	נקבה	151.706	גלי	Ntofa	2004	20/05/2004	שועל	40
	1263737	192296		תת-בוגר	12.5	14	2.45	נקבה	150.04	אורית	Shamay	2004	16/06/2004	שועל	41
	1263737	192296		תת-בוגר	14.4	15.6	3	זכר	151.595	אפרסק	Shamay	2004	17/06/2004	שועל	42
	1263737	192296		תת-בוגר	13.4	14.5	2.5	נקבה	151.426	אדר	Shamay	2004	17/06/2004	שועל	43
	1256518	187828		בוגר	13.5	16.7	3.75	נקבה	150.805	חרוב	Hazon	2004	20/06/2004	שועל	44
	1248827	191706		תת-בוגר	12.5	12.6	1.75	נקבה	151.496	ריבי	Ravid	2004	22/06/2004	שועל	46
	1256943	187386		תת-בוגר	13.1	15.9	3.4	נקבה	151.765	חגית	Hazon	2004	28/06/2004	שועל	48
	1256943	187386		תת-בוגר	14.9	15.9	3.55	זכר	151.326	חיים	Hazon	2004	28/06/2004	שועל	49
	1256943	187386		בוגר	13.2	18.8	4.2	נקבה	150.405	חדווה	Hazon	2004	28/06/2004	שועל	50
	1249622	193085		תת-בוגר	12	13	1.85	נקבה	151.005	רעה	Ravid	2004	30/06/2004	שועל	51
	1258312	190884		תת-בוגר	12.8	14.4	2.75	נקבה	151.315	עירית	Camonim	2004	05/07/2004	שועל	52
	1250416	192464		תת-בוגר	13.4	14	2.4	זכר	151.005	רונן	Ravid	2004	07/07/2004	שועל	53
	1245183	186374		תת-בוגר	13.1	16.3	3.3	נקבה	150.26	גזר	Ntofa	2004	05/08/2004	שועל	56
	1248822	191705		תת-בוגר	12.5	16	3.3	נקבה	150.09	רחל	Ravid	2004	05/08/2004	שועל	58
	1245183	186374		תת-בוגר	13.8	14.7	3.35	זכר	151.496	גד	Ntofa	2004	17/08/2004	שועל	59
	1262984	192945		תת-בוגר	12.9	17	3.5	נקבה	151.525	שולה	Shamay	2004	05/09/2004	שועל	61
	1262984	192945		תת-בוגר	15.5	17.8	4.4	זכר	151.635	שלמה	Shamay	2004	05/09/2004	שועל	62
	1249641	192226		תת-בוגר	14.1	14.9	3.3	זכר	151.506	רפי	Ravid	2004	06/09/2004	שועל	63
	1244539	186463		תת-בוגר	13.6	13.9	3	זכר	151.727	גשם	Ntofa	2004	06/10/2004	שועל	65
	1262984	192945		תת-בוגר	13.8	19.3	4.5	זכר	151.285	שעל	Shamay	2004	02/12/2004	שועל	66
	1262984	192945		בוגר	14	17	4	נקבה	150.535	שרה	Shamay	2005	11/02/2005	שועל	67
	1256518	187828		תת-בוגר	13.6	16.1	3.6	נקבה	150.395	חנאן	Hazon	2005	15/08/2005	שועל	72
	1256518	187828		בוגר	14.5	21	6	נקבה	150.675	חסנה	Hazon	2005	15/08/2005	שועל	73
	1256400	187432		תת-בוגר	13.3	17.5	3.75	נקבה	150.785	חפצי	Hazon	2005	16/08/2005	שועל	68
	1256518	187828		תת-בוגר	13.6	17.5	3.75	נקבה	150.064	חבצלת	Hazon	2005	17/08/2005	שועל	70
	1256400	187432		תת-בוגר	14	18	4.3	זכר	150.705	חן	Hazon	2005	17/08/2005	שועל	71
	1256518	187828		תת-בוגר	13.8	17.9	4.2	נקבה	150.324	חלי	Hazon	2005	18/08/2005	שועל	74
	1256518	187828		בוגר	13.2	17.9	4.3	נקבה	151.003	חמסין	Hazon	2005	18/08/2005	שועל	75
	1257063	187525		תת-בוגר	14	17.5	3.5	נקבה	150.926	חלבה	Hazon	2005	23/08/2005	שועל	76
	1257063	187525		בוגר	13.4	19.6	4.5	נקבה	151.435	חמדה	Hazon	2005	24/08/2005	שועל	77
	1249382	192185		תת-בוגר	12.6	14.5	2.5	נקבה	150.875	רונה	Ravid	2005	26/08/2005	שועל	
	1249974	192046		תת-בוגר	12.5	18.9	3.6	נקבה	150.125	רבקה	Ravid	2005	02/09/2005	שועל	78
	1263084	192867		תת-בוגר	13.4	16.2	3.6	נקבה	151.415	שיונה	Shamay	2005	02/09/2005	שועל	79
	1263186	193015		תת-בוגר	14.3	19.5	4.35	זכר	151.194	שאדי	Shamay	2005	15/09/2005	שועל	81
	1262009	192966		בוגר	14.6	21	5	זכר	151.095	שמיר	Shamay	2005	16/09/2005	שועל	82
	1263179	193015		תת-בוגר	12.7	17.3	3.55	נקבה	150.755	שביט	Shamay	2005	16/09/2005	שועל	83
	1257063	187525		תת-בוגר	14.8	19.3	5.15	זכר	151.554	חוזל'טו	Hazon	2005	28/09/2005	שועל	84
	1257063	187525		תת-בוגר	14.4	19.5	4.75	זכר	150.194	חורחה	Hazon	2005	28/09/2005	שועל	85
	1256518	187828		בוגר	14.8	21.5	5.4	זכר	150.546	חורש	Hazon	2005	29/09/2005	שועל	87
	1247791	191921		בוגר	13.2	18.5	4.6	נקבה	150.467	רימונה	Ravid	2005	15/12/2005	שועל	88

	1249633	192922			בוגר	14	20	4.05	נקבה	150.605	רחש	Ravid	2005	15/12/2005	שועל	
	1247791	191921			תת-בוגר	14.2	20.4	4.1	זכר	150.814	רמברטס	Ravid	2006	19/01/2006	שועל	89
	1247791	191921			תת-בוגר	14.3	23.2	4.15	זכר	151.346	רינס	Ravid	2006	19/01/2006	שועל	90
	762295	242974			בוגר	14	21	4.9	נקבה	151.2435	שיף	Shamay	2006	06/07/2006	שועל	
	762814	243222			בוגר	15	20.9	4.9	זכר	150.2235	שושו	Shamay	2006	07/07/2006	שועל	
	762410	243256			בוגר	12.5	20	5.35	זכר	150.255	שאקי	Shamay	2006	08/07/2006	שועל	
	762071	242924			תת-בוגר	13.5	18.5	4.4	נקבה	151.036	שוט	Shamay	2006	08/07/2006	שועל	
	762951	242880			בוגר	14	16	3.7	נקבה	151.123	שש	Shamay	2006	24/08/2006	שועל	
	762941	242884			תת-בוגר	14.5	18	4.6	זכר	151.1446	שאול2	Shamay	2006	25/08/2006	שועל	
	761835	242927			תת-בוגר	13.2	18.4	4.5	נקבה	151.163	שאנטי	Shamay	2006	18/09/2006	שועל	
	762180	242862			תת-בוגר	14.3	19.5	4.6	זכר	150.8535	שורי	Shamay	2006	25/09/2006	שועל	
	763190	243045			תת-בוגר	13.4	18.8	4.3	נקבה	151.3238	שקט	Shamay	2006	25/09/2006	שועל	
	762941	242884			תת-בוגר	15	20	5	זכר	151.4238	שרף	Shamay	2006	25/09/2006	שועל	
	763190	243045			בוגר	13.2	18	4.4	זכר	151.1449	שוגון	Shamay	2006	26/09/2006	שועל	
	763190	243045			תת-בוגר	12.5	16	2.95	נקבה	151.2233	שינובי	Shamay	2006	26/09/2006	שועל	
	761872	243250			בוגר	14.5	22.5	6.9	זכר	151.6214	שממנו	Shamay	2006	18/10/2006	שועל	
	762286	243312			תת-בוגר	12	17	3.5	נקבה	151.2149	שירן	Shamay	2006	03/11/2006	שועל	
	1268176	191008			בוגר	15	21.5	5.2	זכר	150.192	סימון	Safsufa	2007	16/07/2007	שועל	91
	1268348	191358			בוגר	15	21	5	זכר	150.312	ספי	Safsufa	2007	16/07/2007	שועל	92
	1268176	191008			תת-בוגר	14.5	17	3.5	נקבה	150.072	סגל	Safsufa	2007	17/07/2007	שועל	93
	1268230	191505			בוגר	13.5	18.5	3.8	נקבה	149.961	סוניה	Safsufa	2007	17/07/2007	שועל	95
	191232	1268274			תת-בוגר	15	18.5	4.7	נקבה	150.043	סנופי	Safsufa	2007	17/07/2007	שועל	96
	191232	1268274			בוגר	14.5	19.5	4.9	זכר	150.283	ספייק	Safsufa	2007	17/07/2007	שועל	97
	1269102	191491			בוגר	15	22.5	5.4	זכר	150.563	סניבד	Safsufa	2007	26/07/2007	שועל	99
	1268679	191299			תת-בוגר	14	16	3.45	נקבה	150.1136	סטורי	Safsufa	2007	26/07/2007	שועל	100
	1268679	191299			בוגר	15	19	4.5	זכר	150.353	סטופר	Safsufa	2007	26/07/2007	שועל	
	1268745	191378			בוגר	14.5	19	4.15	נקבה	150.524	סול	Safsufa	2007	01/08/2007	שועל	101
	1268081	191551			בוגר	13.5	19	4.05	נקבה	150.513	סקרטל	Safsufa	2007	09/08/2007	שועל	104
	1268877	191458			בוגר	14.5	20.5	4.35	נקבה	150.713	סוזי	Safsufa	2007	21/08/2007	שועל	105
	1268104	191309			בוגר	15	21	4.95	זכר	151.712	סופרנו	Safsufa	2007	21/10/2007	שועל	106
	1268186	191412			בוגר	14	20	4.45	נקבה	149.6833	סנדרה	Safsufa	2007	28/10/2007	שועל	108
	1268335	191354			בוגר	13	19	4.1	נקבה	149.763	סקיני	Safsufa	2007	06/11/2007	שועל	110
	1268086	191569			בוגר	14	21	4.6	נקבה	150.5824	סאני	Safsufa	2007	07/11/2007	שועל	111
	1268103	191318			בוגר	13	21		נקבה	150.1542	סורי	Safsufa	2007	08/11/2007	שועל	112
	1267840	191375			בוגר	15.5	22	4.9	זכר	150.6138	סרג'יו	Safsufa	2007	08/11/2007	שועל	113
	1260843	190916	0.1	0.3	תת-בוגר	13.5	18	3.9	זכר	149.722	שלום	Shefer	2008	09/08/2008	שועל	116
	1261233	191129	0.1	0.3	תת-בוגר	14	16.5	4	נקבה	150.393	שרון	Shefer	2008	16/9/2008	שועל	120
	1261263	191087	0.1	0.3	בוגר	14.5	18	4.2	נקבה	150.554	שלומית	Shefer	2008	09/10/2008	שועל	117
	1260840	190916	0.6	0.24	תת-בוגר	13.5	17.5	4.2	נקבה	149.782	רולה	Shefer	2008	09/10/2008	שועל	118
	1260775	191228	0.1	0.3	תת-בוגר	13.5	18	4.3	זכר	150.015	שאלית יא	Shefer	2008	17/10/2008	שועל	121
	1260597	191488	0.1	0.3	תת-בוגר	13	17.5	4.4	נקבה	150.763	שיקמה	Shefer	2008	17/10/2008	שועל	122
	1260843	190916	0.1	0.3	תת-בוגר	13.5	17.5	4.4	נקבה	150.192	שוש	Shefer	2008	13/11/2008	שועל	123
	760792	240980	0.1	0.3	תת-בוגר			4.2	זכר	150.934	שוקה	Shefer	2009	19/07/2009	שועל	
	760792	240980	מכאן והלאה מתולדו 03	0.3	תת-בוגר	15	14	2.5	נקבה		שיטה	Shefer	2009	29/07/2009	שועל	
	760792	240980	0.5	0.3	תת-בוגר	13	17	4	נקבה		שירלי	Shefer	2009	29/07/2009	שועל	
	760752	241220	0.3	0.3	תת-בוגר	15	16	4.2	זכר		שברק	Shefer	2009	11/08/2009	שועל	
	760752	241220	0.3	0.3	תת-בוגר	14	16	3.8	נקבה	151.835	שיטה	Shefer	2009	11/08/2009	שועל	
	760513	241430	0.3	0.3	תת-בוגר	13.5	17	3.8	נקבה	148.794	שלהב ית 455	Shefer	2009	04/09/2009	שועל	
	760513	241430	0.3	0.3	תת-בוגר	13	14.5	2.9	נקבה	150.532	שקד	Shefer	2009	06/09/2009	שועל	



	760752	241220	0.3	0.3	תת-בוגר	13	14	2.9	זכר	148.75	שמ יקי 453	Shefer	2009	18/09/2009	שועל	
	1259758	191245			תת-בוגר	15.5	21.5	7.2	נקבה	150.424	פרוטי	Parod	2002	21/10/2002	תן	1
	1261006	192538			תת-בוגר	16	22	9	זכר	150.305	אמיר	Amirim	2002	22/10/2002	תן	
	1257199	193340			בוגר	15.3	28	10.25	זכר	150.755	קשת	Kadarim	2003	29/03/2003	תן	
	1262037	192933			בוגר	17.8	28.9	12.2	זכר	150.556	שאקל	Shamay	2003	15/04/2003	תן	
	1262789	192971			בוגר	16.9	26.1	10.7	נקבה	150.575	שיפודי	Shamay	2003	16/05/2003	תן	
	1262789	192971			בוגר	16.8	27.5	12.2	זכר	150.495	שמשון	Shamay	2003	23/05/2003	תן	
	1259570	191057			תת-בוגר	14	16.3	3.6	זכר	150.755	פרפר	Parod	2003	30/07/2003	תן	3
של ילי	1260805	191209			בוגר	15.5	23	8.3	נקבה	150.595	שפרעם	Shefer	2003	05/11/2003	תן	
של ילי	1260758	191222			בוגר	15.3	22.5	8.3	נקבה	150.605	שפע	Shefer	2003	13/11/2003	תן	
של ילי	1260845	190919			תת-בוגר	17.7	20	6.4	זכר	150.904	שפיץ	Shefer	2003	14/11/2003	תן	
של ילי	1258233	191263			בוגר	16.1	25.8	10.2	זכר	150.005	עמק	Camonim	2003	22/12/2003	תן	
של ילי	1262068	192936			בוגר	16.6	24.5	11.2	נקבה	150.675	שמנת	Shamay	2003	22/12/2003	תן	
	1250415	192461			בוגר	15.8	22.3	8.15	נקבה	150.015	רונית	Ravid	2004	04/08/2004	תן	
	1258286	190907			תת-בוגר	15.1	15.8	4	זכר	151.005	עידן	Camonim	2004	13/08/2004	תן	
	1261831	193686			בוגר				זכר	150.953	שנורא	Shamay	2005	17/08/2005	תן	
	1262780	192959			בוגר	17.5	27.7	11.1	זכר	150.273	שמ ואל	Shamay	2005	22/08/2005	תן	
	1261904	193257			תת-בוגר	15.7	20.5	6.35	נקבה	150.145	שילה	Shamay	2005	23/08/2005	תן	
	1256672	187667			בוגר				נקבה	150.722	חצות	Hazon	2005	24/08/2005	תן	
	1261962	193255			תת-בוגר	16	22	7.4	זכר	150.843	שקו	Shamay	2005	26/08/2005	תן	
	1262019	192981			תת-בוגר	15.7	26.3	8.2	נקבה	150.563	שני	Shamay	2005	08/09/2005	תן	
	763121	242793			תת-בוגר	18.5	22.4	7.5	נקבה	150.773	שלכת	Shamay	2006	20/09/2006	תן	
	762264	242896			תת-בוגר	14	20	5.3	נקבה	151.3446	שפיץ	Shamay	2006	20/09/2006	תן	
	762242	242958			תת-בוגר	16.5	24	9.4	נקבה	150.593	שורש	Shamay	2006	25/09/2006	תן	
	762373	243381			תת-בוגר	18	21.5	6.8	נקבה	150.4535	שניזו	Shamay	2006	26/09/2006	תן	
	761994	243256			בוגר	16	23	8.9	זכר	קולר הועבר	שאפ	Shamay	2006	18/10/2006	תן	
	762143	242936			בוגר	15	26	10.6	זכר	151.4518	שמופ	Shamay	2006	03/11/2006	תן	
	1268176	191008			בוגר	16.5	26	10.65	נקבה	151.213	סופיה	Safsufa	2007	17/07/2007	תן	94
	1268679	191299			בוגר	15	24.5	10	נקבה	151.8636	סנדי	Safsufa	2007	25/07/2007	תן	98
	1268105	191474			בוגר	16	25	9.7	נקבה	151.414	סטלה	Safsufa	2007	02/08/2007	תן	102
	1269117	191491			בוגר	17	29	10.65	נקבה	151.614	סמבה	Safsufa	2007	02/08/2007	תן	103
	1268058	191336			בוגר	16.5	28.5	10.6	זכר	149.9726	סקאר	Safsufa	2007	28/10/2007	תן	107
	1268880	191444			בוגר	16.5	27	11.65	נקבה	149.8732	ספייס	Safsufa	2007	30/10/2007	תן	109
	1260829	190947	0.2	0.5	תת-בוגר	15.5	22	7.4	נקבה	150.816	שילי	Shefer	2008	09/04/2008	תן	114
	1261221	191127	0.15	0.75	תת-בוגר	15.5	23	7.6	נקבה	149.994	שירה	Shefer	2008	09/04/2008	תן	115
	1261229	191134	0.2+0.8	0.6	תת-בוגר	15.5	23.5	9.5	נקבה	149.894	שניה	Shefer	2008	13/11/2008	תן	124
	240980	240980	0.5	0.5	תת-בוגר	16.5	20.5	7.5	זכר	151.023	שלח	Shefer	2009	04/09/2009	תן	
	760513	241430	0.4	0.6	תת-בוגר	17.5	20	7.2	זכר	149.816	שבת	Shefer	2009	30/09/2009	תן	
	760965	240798	0.2 קטני	0.6	תת-בוגר	16.5	21	7.9	נקבה	151.288	שמנה	Shefer	2009	30/09/2009	תן	