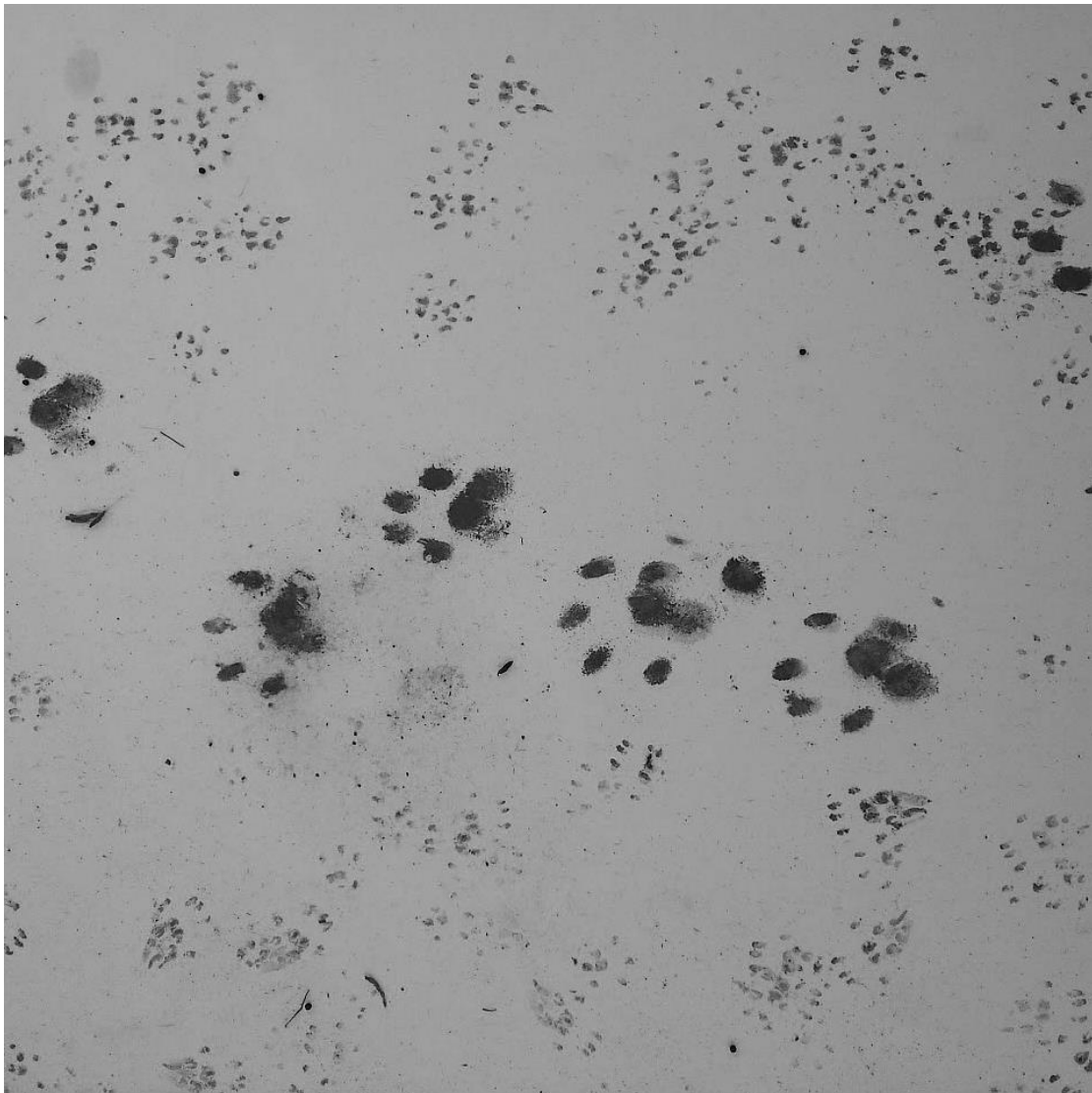


20.01.2020

מוגש לד"ר יריב מליחי, אקולוג מחוז מרכז, רשות הטבע והגנים.

**שימוש בעלי חיים ב"צווארי בקבוק" כחלק מתכנית למתן מעמד
סטטורי למסדרונות אקולוגיים במחוז מרכז**

עידן שפירא, רון חן, הראל דן



המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

1. הרעיון של קישוריות ביולוגית על ידי שמירה על 'מסדרונות אקולוגיים' המאפשרים מעבר של אורגניזמים בין בתי גידול מופרדים במרחב, נמצא בשנים האחרונות בתהליך של מעבר מדיון מדעי לפרקטיקה הנמצאת בחזית העשייה של שמירת הטבע. הבנה זאת הביאה את רשות הטבע והגנים לניסוח עקרונות והמלצות ממשק לביסוס של מערכת מסדרונות אקולוגיים ברמה הארצית והאזורית במקביל להכנסת המושגים והפרקטיקה הרלוונטיים למחקר, תכנון ושמירת הטבע בישראל. מחוז מרכז של ישראל הנו המחוז הצפוף והמבונה ביותר במדינה, וכולל פסיפס של שטחים מבונים צפופים ושטחי חקלאות. רוב השטחים המוגדרים כמסדרונות אקולוגיים באזור זה מהווים שטחי חקלאות פתוחה ומיעוטם שטחים טבעיים שמורים. בעקבות החלטה לקידום מעמד סטטוטורי למסדרונות אקולוגיים בוועדה המחוזית לתכנון ובניה מחוז מרכז, עלה הצורך בסקר שיבחן את אופן ומידת השימוש של מיני בעלי חיים שונים בשטחים אלה.
2. חמישה אתרים של צווארי בקבוק (מעברים צרים המהווים פתח מעבר חופשי אחרון, כיום או בעתיד, הנמצאים בסביבה שהמעבר דרכה מוגבל מאוד עד בלתי אפשרי עבור מינים רבים) הוגדרו ע"י מחוז מרכז של רט"ג לצורך הסקר. על בסיס זה יוצרו חמישה פוליגונים הכוללים את צווארי הבקבוק הנ"ל ו"משפכים" של שטחים פתוחים המתנקזים אליהם משני כיוונים. הסקר כלל הצבה של פלטות לזיהוי עקבות, חתכי עקבות על בסיס שבילי עפר, שימוש במצלמות חשה במעברי כביש וסריקה אקטיבית לזיהוי זוחלים. נבחנו מצאי היונקים והזוחלים בצווארי הבקבוק המנוטרים ובוצע ניתוח של הרכב חברות, פעילות מרחבית ועתית, הערכת גדלי אוכלוסיות (במידה וניתן) ושימוש במעברי כביש.
3. בחתכי העקבות נצפו 798 פרטים השייכים ל-16 מיני יונקים. בהשוואה בין המסדרונות השונים עבור חמשת מיני הטורפים הבינוניים אשר אותרו בסקר זה, צבוע, תן, כלב, שועל וגירית, ניכר כי מסדרון טירה הוא עני באופן יחסי למסדרונות האחרים, הן בעושר המינים והן בשפע המצטבר. נמצא כי פעילות תן זהוב נמצאת במתאם שלילי לפעילות של כלב הבית, אם כי מתאם זה אינו מובהק סטטיסטית. בפלטות העקבות נצפו 145 פרטים השייכים ל-11 מיני יונקים. גם כאן צוואר הבקבוק של טירה היה העני ביותר במגוון ושפעת המינים. בניית התמונות ממצלמות מעברי הכביש, נראה כי 87% מהפעילות במעברים הנה פעילות אדם (כולל מעבר של חיות משק). נמצא מתאם שלילי שאינו מובהק סטטיסטית בין פעילות מעברי כביש של חיות בר לבין פעילות אדם ולבין פעילות חתולים וכלבים. מלבד כלב ודרבן, השימוש של יונקים במעברים היה נמוך מהצפוי ביחס לכמות תצפיות שלהם בשטח הפתוח. נצפו 187 פרטים של זוחלים השייכים ל-17 מינים. כ-75% מהתצפיות היו על מצע טבעי.
4. בסקר הנוכחי נבחנו צווארי בקבוק כחלק ממערכת של מסדרונות אקולוגיים במחוז מרכז. ככל הידוע לנו סקר זה מהווה את המאמץ המרוכז הגבוה ביותר במחוז, הן מבחינת היקף השטח, הן מבחינת מאמץ הדיגום ביחס לשטח והן מבחינת מגוון שיטות הדיגום. במהלך הסקר נצפה מספר גבוה יחסית של מיני חולייתנים (יונקים, זוחלים ודו-חיים) – סה"כ 36 מינים שונים, מתוכם שני מינים מבויתים (כלב וחתול) ומספר מינים הנחשבים כמלווי אדם מובהקים (תן זהוב, חולדה, עכבר הבית). אמנם חלק גדול מהמינים נצפה פעם אחת או פעמים בודדות, אולם ניתן להניח כי המצאות פרט או פרטים בודדים של מין מסויים מעידים על קיומה של אוכלוסייה, בעיקר לנוכח העובדה שחלק מהמינים הינם כאלו שגם בבתי גידול אידיאליים קשה לצפות בהם. במובן זה, נראה כי אף שהשטח מופר מאוד מבחינת תשתית המערכת

האקולוגית הטבעית, הוא עדיין תומך במגוון מינים גבוה ושמירה עליו כשטח פתוח חיונית. זאת ועוד, למרות שאין אפשרות לדעת מתוצאות סקר כמו זה שביצענו מה חלקו של השטח המשמש כמעבר מסדרון אקולוגי ומה חלקו המשמש כבית גידול. מגוון המינים ולעיתים מספר התצפיות מרמז כי השטח משמש לשתי המטרות. אנו סבורים שבהקשר זה יש להרחיב את המונח התפקודי של 'מסדרונות אקולוגיים' לירצף שטחים פתוחים המשמש הן למעבר והן כבית גידול.

5. המסקנות וההמלצות המרכזיות הנובעות מתוצאות הסקר הנוכחי מצביעות על כך כי מגוון המינים הגבוה יחסית שנצפה במהלך הסקר מעיד כי גם שטחים ברמת הפרעה גבוהה מהווים מערכת אקולוגית מתפקדת שיש לשמור עליה; המשך ניטור של השטחים הפתוחים במחוז, בדגש על השימושיות שלהם; הרחבת סקרים וניטור לקבוצות מינים נוספות, בדגש על פרוקי רגליים, קרקעיים ומעופפים, עטלפים ועופות; הרחבת הסקר כדי להתמקד בהבנת דפוסי השימוש המרחביים והעתיים במעברי כביש, למטרת גזירת מסקנות ממשקיות; ביצוע מחקר אשר יתמקד בשאלה של תפקוד המסדרונות עבור מינים בעלי חשיבות שימור/תפקוד או מינים אינדקטיביים; יישום של מגוון שיטות ניטור המשלימות זו את זו, כפי שנעשה בסקר זה; חשיבות השמירה על משאר טבעי, גם אם מדובר על שולי שטחים חקלאיים / מופרים; בחינת התופעה של ריבוי כלבי הבית בשטח והשלכותיה האפשריות; בחינת הדינמיקה של אוכלוסיות החזירים במחוז במטרה להבין את דגם הפיזור המרחבי שלהם, ובמטרה להעריך את הסיכונים של התפשטותם לסביבה העירונית.

הרעיון של קישוריות ביולוגית בדרך של מסדרונות אקולוגיים, המחברים בין בתי גידול מופרדים במרחב ומאפשרים מעבר של אורגניזמים (Wilson & Willis 1975; Jongman & Pungetti 2000), זרימת גנים ומניעה פוטנציאלית של קיטוע בין אוכלוסיות (Gilbert-Norton *et al.* 2010; Marrotte *et al.* 2017), עובר תהליך של מעבר מדיון מדעי לפרקטיקה הנמצאת בחזית שמירת הטבע (Anderson & Jenkins 2005; Ayram *et al.* 2015). תהליך זה מואץ בעיקר עקב הפיתוח האנושי המואץ המוביל לצמצום דראסטי בשטחים הפתוחים הטבעיים מחד, ולקיטוע בין בתי גידול ומערכות אקולוגיות מאידך (Haddad *et al.* 2015; Crooks *et al.* 2017). הבנה זאת הביאה את רשות הטבע והגנים (רטי"ג) לניסוח עקרונות והמלצות ממשק לביסוס של מערכת מסדרונות אקולוגיים ברמה הארצית והאזורית (שקדי ושדות 2000; רותם וחובריו 2015), במקביל להכנסת המושגים והפרקטיקה הרלוונטיים למחקר, תכנון ושמירת הטבע בארץ (רותם וחובריו 2015; גבאי וזנזורי 2019; קפלן 2019). המושג מסדרונות אקולוגיים מתייחס בדר"כ לשטח המשמש לצורכי מעבר של אורגניזמים בין שטחים המשמשים כבית הגידול של אורגניזמים אלו. עם זאת, היות ולמינים שונים ישנן דרישות בית גידול שונות, ועקב העובדה כי באזורים עם פיתוח גבוה מהווים המסדרונות, הלכה למעשה, את רוב השטח שאינו מבונה, מהווים המסדרונות בתי גידול בפני עצמם. בפועל, קיימים פערי ידע משמעותיים לגבי השימושיות של מינים שונים במערכת המסדרונות האקולוגיים. בכדי לשמור על מערכת מסדרונות מתפקדת יש להגדיר את מטרות המסדרון (Hess & Fischer 2001), להבין הן את הדרישות של המינים אותם הוא אמור לשרת ולהעריך את יכולת המסדרון לעמוד בדרישות אלו (LaPoint *et al.* 2013; Scharf *et al.* 2018).

בתכנית מסגרת שהכינה רטי"ג בעקבות החלטה לקידום מעמד סטטוטורי למסדרונות אקולוגיים בועדה המחוזית לתכנון ובניה מחוז מרכז (ראו מסמך החלטות ישיבה מס. 2017011), הוגדרו שלושה סוגי מסדרונות עיקריים: (1) 'ליבה שמורה' – שטחים היכולים להוות חלק ממסדרון ברמה הארצית אך מתפקדים למעשה כבתי גידול טבעיים עם לחצים אנושיים מתונים יחסית, (2) 'חקלאות פתוחה' – שטחי חקלאות הכוללים גידולי שדה, כרמים ומטעים, מגודרים או לא, כולל שטחי בור נטושים, (3) 'צווארי בקבוק' – מעברים צרים (מעשרות ועד מאות ספורות של מטרים) המהווים פתח מעבר אחרון (כיום או בעתיד הצפוי על פי התכניות) בסביבה שהמעבר דרכה מוגבל מאוד עד בלתי אפשרי עבור מינים רבים. במסגרת שטחים צרים הכלואים בין אזורי פיתוח ובינוי, כלולים בדרך כלל מעברי כביש ומסילה תחתיים ועיליים, ערוצי נחלים, תעלות וכד'. לעיתים גם שטחים שהינם פתוחים לכאורה עלולים להתנקז למספר מעברים מצומצם. על פי רוב יהוו צווארי הבקבוק את האזורים הרגישים והמורכבים ביותר מבחינת אפשרות השימוש של מינים רבים.

מחוז מרכז (על פי חלוקת משרד הפנים) הנו המחוז הצפוף והמבונה ביותר בישראל (שורק ושפירא 2019), וכולל יישובים רבים, אזורי תעשייה ומסחר ופסיפס של כבישים, דרכים ומסילות. רוב השטחים המוגדרים כמסדרונות אקולוגיים בתכנית המחוזית של מחוז מרכז, מהווים שטחי חקלאות פתוחה ומיעוטם שטחי ליבה שמורה, כאשר גם רצף חקלאי זה קטוע במקומות רבים. למעשה, חלקים רבים במערכת המסדרונות הזו חסומים כליל למעבר קרקעי או מסתמכים על צווארי בקבוק המתוארים לעיל. היות והידע לגבי התאמת צווארי הבקבוק כמעברים אקולוגיים חסר, עלה הצורך בסקר שיבחן את אופן ומידת השימוש של מיני בעלי חיים שונים בשטחים אלה. בנוסף, סקר זה עשוי להוות בסיס לתכנית ניטור ארוכת טווח שתבחן שינויים בשימושיות זו. למטרה זאת הוגדרו שטחי הסקר בחמישה מוקדים בעלי רגישות גבוהה המהווים צווארי בקבוק, ואשר רובם כוללים מעברי כביש שהשימוש בהם הינו הכרחי על מנת להמנע ממעבר על גבי כביש רב מסלולי (איור 1 מציג את מפת המחוז, פריסת המסדרונות האקולוגיים וצווארי הבקבוק). המינים שנבחרו לסקר הנם יונקים גדולים וקטנים וזוחלים, כולם מינים התלויים ברציפות קרקעית לצורך תנועה.

מטרות

1. אפיון מצאי היונקים והזוחלים בצווארי הבקבוק המנוטרים.
2. ניתוח של הרכב חברות, פעילות מרחבית ועתית, הערכת גדלי אוכלוסיות (במידה וניתן) ושימוש במעברי כביש.
3. הנחת בסיס לניטור ארוך טווח של מסדרונות אקולוגיים במחוז מרכז.

שיטות

אתרי הסקר וחלקות הדיגום

חמישה אתרים של צווארי בקבוק הוגדרו ע"י מחוז מרכז של רט"ג לסקר. על בסיס זה יוצרו חמישה פוליגונים הכוללים את צווארי הבקבוק ו"משפכים" המתנקזים אליהם משני כיוונים. צווארי הבקבוק מבוססים על ניתוח מרחבי של שכבות מסדרונות אקולוגיים וצווארי בקבוק של רט"ג, שעברו לצורך הסקר טיוב ודיוק ע"י המארג (איור 1). בכל צוואר בקבוק הוגדרו נקודות/חתכי דיגום ע"פ המינים הנסקרים – פלטות עקבות לסקירת יונקים קטנים, מצלמות חישה לזיהוי יונקים גדולים במעברי כביש, חתכים מבוססי שבילי עפר לסקירת עקבות יונקים גדולים ולסריקות זוחלים. חמשת הפוליגונים, מדרום לצפון הינם: "עינת" (שטח של 8.9 קמ"ר), "מזרח כפר סבא" (שטח של 6.6 קמ"ר), "טירה" (שטח של 2.4 קמ"ר), "אייל" (שטח של 5.3 קמ"ר) ו-"פורת" (שטח של 7.1 קמ"ר). צווארי הבקבוק "עינת" ו"אייל" גובלים או כוללים שטחי ליבה שמורים בנוסף לשטח החקלאי ולצמידות לשטחים מבונים. צווארי הבקבוק "מזרח כפר סבא", "טירה" ו"פורת" כוללים רק שטחים חקלאיים או שטחים מופרים וצמודים לשטחים חקלאיים נוספים ולשטחים בנויים. **איורים 2-6** מציגים את חמשת הפוליגונים של צווארי הבקבוק לסקר ואת אתרי הדיגום בכל פוליגון.

אופן הדיגום

סקר באמצעות פלטות עקבות לזיהוי יונקים קטנים:

פלטת עקבות הבנויה כמנסרה משולשת ברוחב 30 ס"מ ובאורך 60 ס"מ הוצבו בשטח בלויית מספר כופתאות של מזון חתולים יבש כפיתיון (Ben David 2020). פיזור הפלטות בשטח נעשה באופן אקראי משוכב, על פני שתי שכבות: נקודות רחוקות משולי המסדרון ונקודות קרובות לשולי המסדרון. הנקודות נבחרו באקראי מתוך רשת של נקודות באינטרוולים של 250 מ'. הוטלה מגבלה על בחירת נקודות סמוכות על ידי הגדרת מרחק מינימלי של 500 מ' בין נקודות שכנות. חלק מהפלטות שהונחו הושחתו ע"י גשמים ולא היו שמישות. **טבלה 1** מסכמת את מספר הפלטות שהונחו ומספר הפלטות שנאספו והיו שמישות בכל צוואר בקבוק. הפלטות הוצבו למשך שבע עד עשר יממות. לאחר האיסוף זוהו העקבות לרמת המין או הסוג. דיגומי הפלטות התבצעו מנובמבר 2018 ועד מאי 2019.

סקר עקבות בחתכי שבילים לזיהוי יונקים בינוניים-גדולים:

בחירת חתכים נעשתה באופן אקראי על בסיס שכבת שבילים קיימים עם ההגבלות הבאות: חתכים באורך של 500 מטרים ומרחק של מינימום 500 מטרים בין חתכים סמוכים. **טבלה 2** מסכמת את מספר החתכים ואורכם בכל צוואר בקבוק ואת מאמץ הדיגום ביחס לשטח צוואר הבקבוק. כל חציית עקבות של השביל זוהתה לרמת המין או הסוג. דיגומי החתכים התבצעו מנובמבר 2018 ועד מאי 2019.

סקר מעברי כביש באמצעות מצלמות :

דיגום מצלמות נעשה במעברי כבישים ראשיים (לפחות שני נתיבים ו/או היקפי תנועה גדולים ו/או הפרדה פיזית בין מסלולי הנסיעה). רוב המעברים היו מעברים גדולים (מתאימים למעבר רכב) ותחתיים. בכל מעבר הוצבה מצלמת חישה אחת למשך שבועיים (במעברים בהם יש יותר מתעלה אחת (כלומר ישנו קיר המפריד בין שתי תעלות או יותר) הוצבה לעיתים מצלמה בכל תעלה, כלומר יותר ממצלמה אחת למעבר). **טבלה 3** מסכמת את מספר המעברים וסוגם, מספר המצלמות שהוצבו ומספר המצלמות שנאספו (מספר מצלמות נגנבו או שלא עבדו באופן תקין). זיהוי התמונות נעשה לרמת המין או הסוג. דיגומי המצלמות התבצעו ממאי ועד ספטמבר 2019.

סקר אקטיבי (סריקה) לזיהוי ישיר או לזיהוי סימני פעילות של זוחלים ודו-חיים :

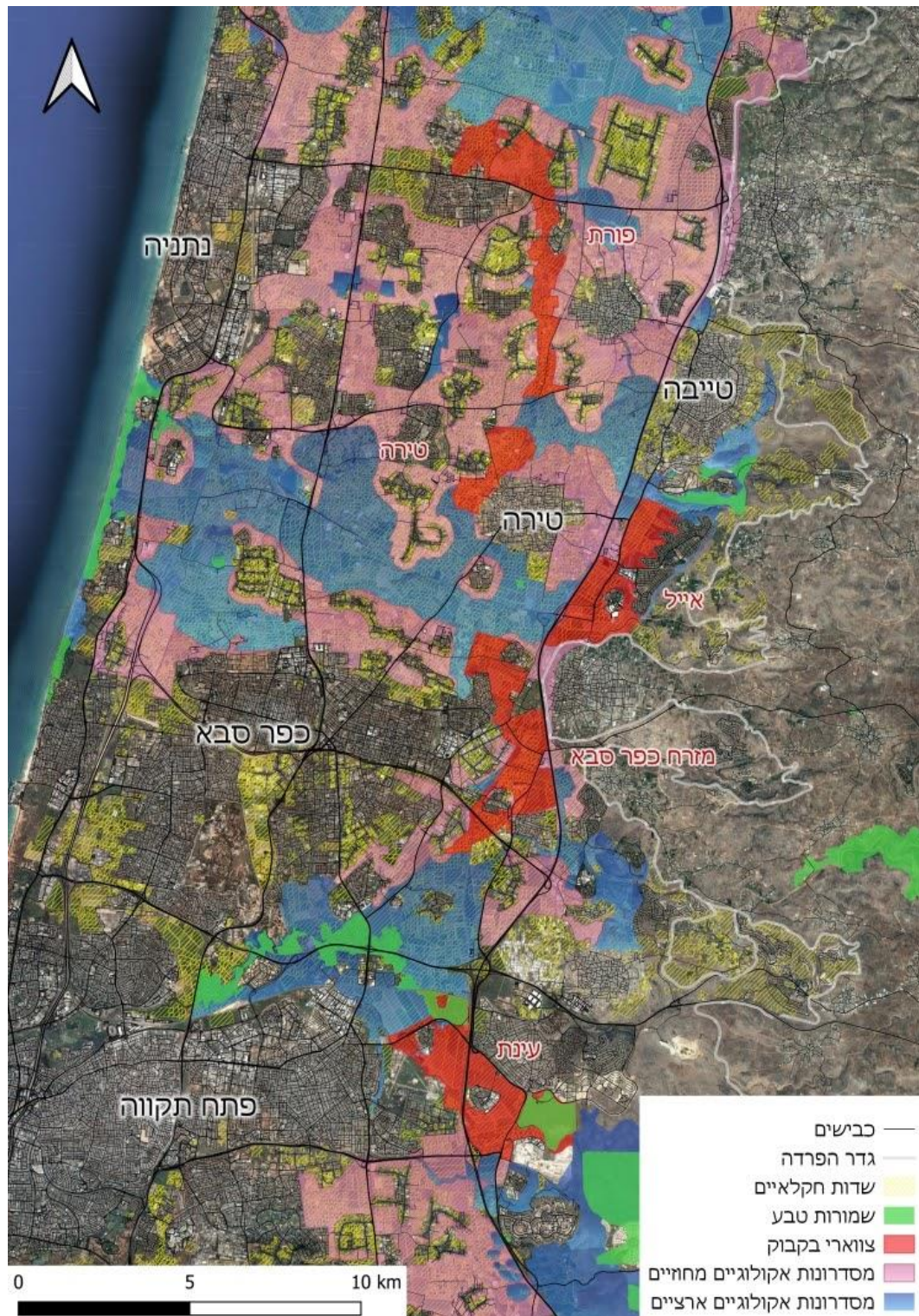
הדיגום התבצע על בסיס חתכי העקבות. חתכים באורך של 500 מטר נסרקו במשך כ- 30 דקות. **טבלה 4** מסכמת את מספר החתכים ואורכם בכל צוואר בקבוק ואת מאמץ הדיגום ביחס לשטח צוואר הבקבוק. בוצעה סריקה אקטיבית כולל הפיכת מחסות לזיהוי ישיר (תצפית בבעל החיים) או עקיף (עקבות, נשלים, ביצים וכד') לרמת המין או הסוג. דיגומי החתכים התבצעו בין מרץ ליוני 2019.

טבלה 1 מספר הפלטות שהונחו והפלטות השמישות שנאספו בכל צווארי הבקבוק.

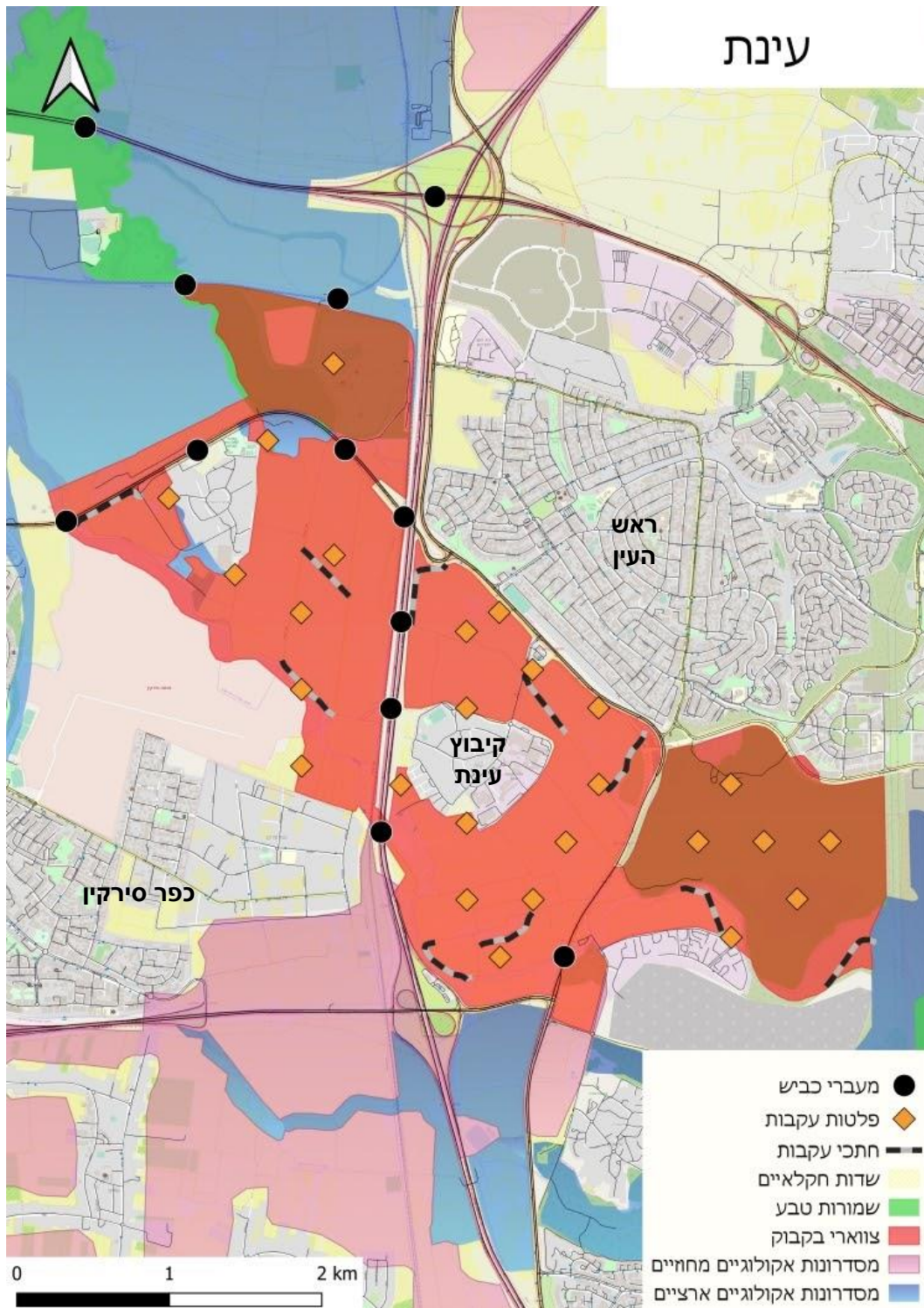
צוואר בקבוק	מספר פלטות שהונחו	מספר פלטות שמישות שנאספו
עינת	28	28
מזרח כפר סבא	33	27
טירה	15	15
אייל	34	26
פורת	17	11
סה"כ	127	107

טבלה 2 מספר חתכי העקבות ואורכם בכל צוואר בקבוק ומאמץ הדיגום יחסית לשטח צווארי הבקבוק. אורך כל חתך 500 מ'. מאמץ הדיגום הינו היחס בין האורך הכולל של החתכים שנדגמו בפוליוגון לבין שטח הפוליוגון הרלוונטי, ומבוטא כך: X ק"מ רבוע שטח : 1 ק"מ דרך, כלומר יחידת שטח לכל ק"מ של חתך.

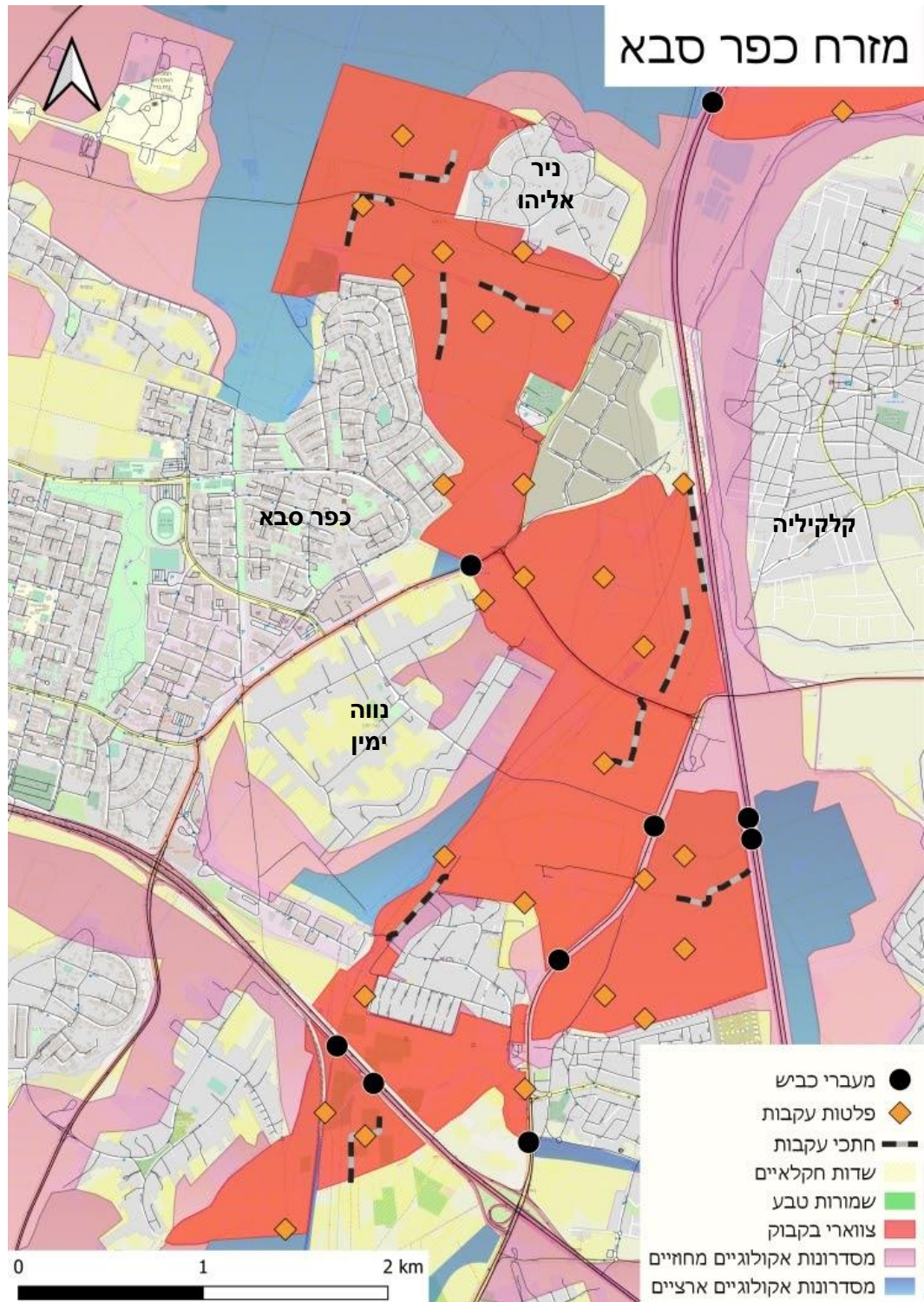
צוואר בקבוק	מס. חתכים	אורך כולל (ק"מ)	שטח פוליוגון (קמ"ר)	מאמץ דיגום (קמ"ר : ק"מ)
עינת	10	5	8.9	1 : 1.8
מזרח כפר סבא	10	5	6.6	1 : 1.3
טירה	7	3.5	2.4	1 : 0.7
אייל	10	5	5.3	1 : 1.1
פורת	6	3	7.1	1 : 2.4
סה"כ	43	21.5	30.3	1 : 1.4



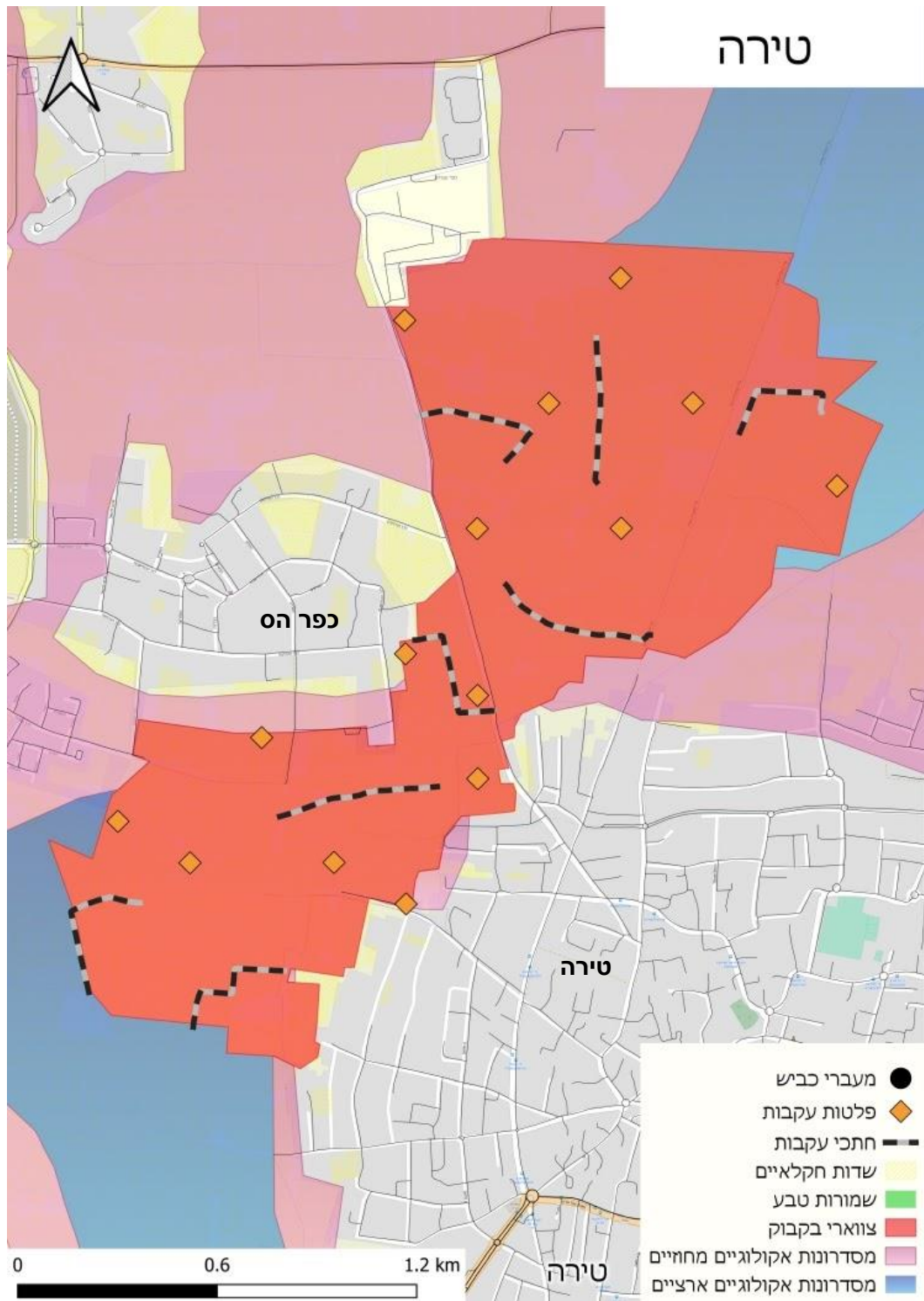
איור 1 מפת אזור הסקר במחוז מרכז. שמות יישובים בשחור. שמות צווארי הבקבוק לסקר באדום. רוב השטח של המסדרונות (ארציים ומחוזיים) וצווארי הבקבוק הינו שטח חקלאי, ומיעוטו שמורות, ערוצי נחלים או שטח פתוח (מחצבות, מעזבות, דרכים, שטח נטוש וכד') שאינו שמור, בנוי או חקלאי.



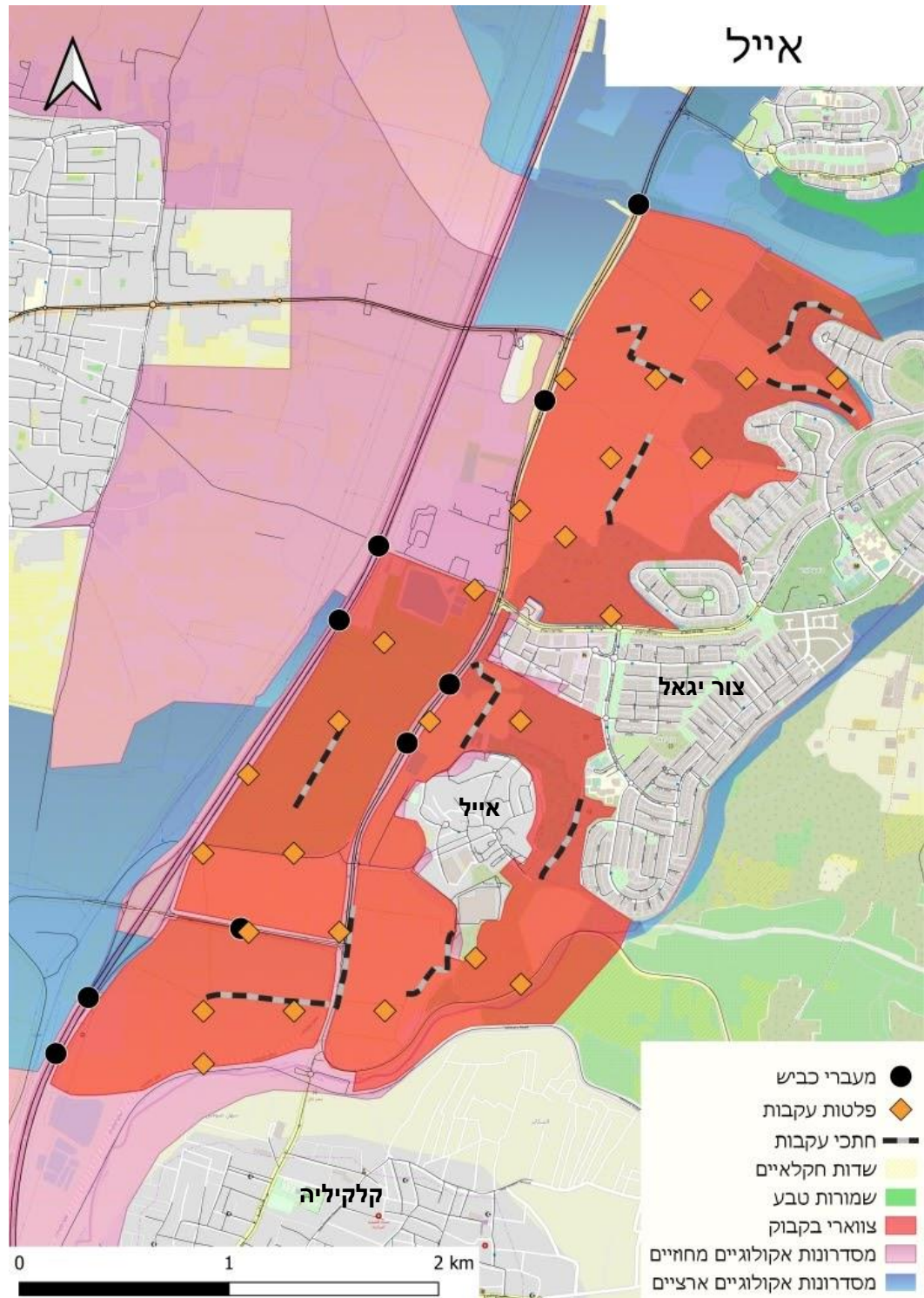
איור 2 מפת צוואר בקבוק "עינת" (8.9 קמ"ר). צוואר הבקבוק נמצא ברובו על שטחים חקלאיים וכולל וגובל עם שמורות טבע מדרום מזרח ומצפון מערב ועם שטחים בנויים או חקלאיים.



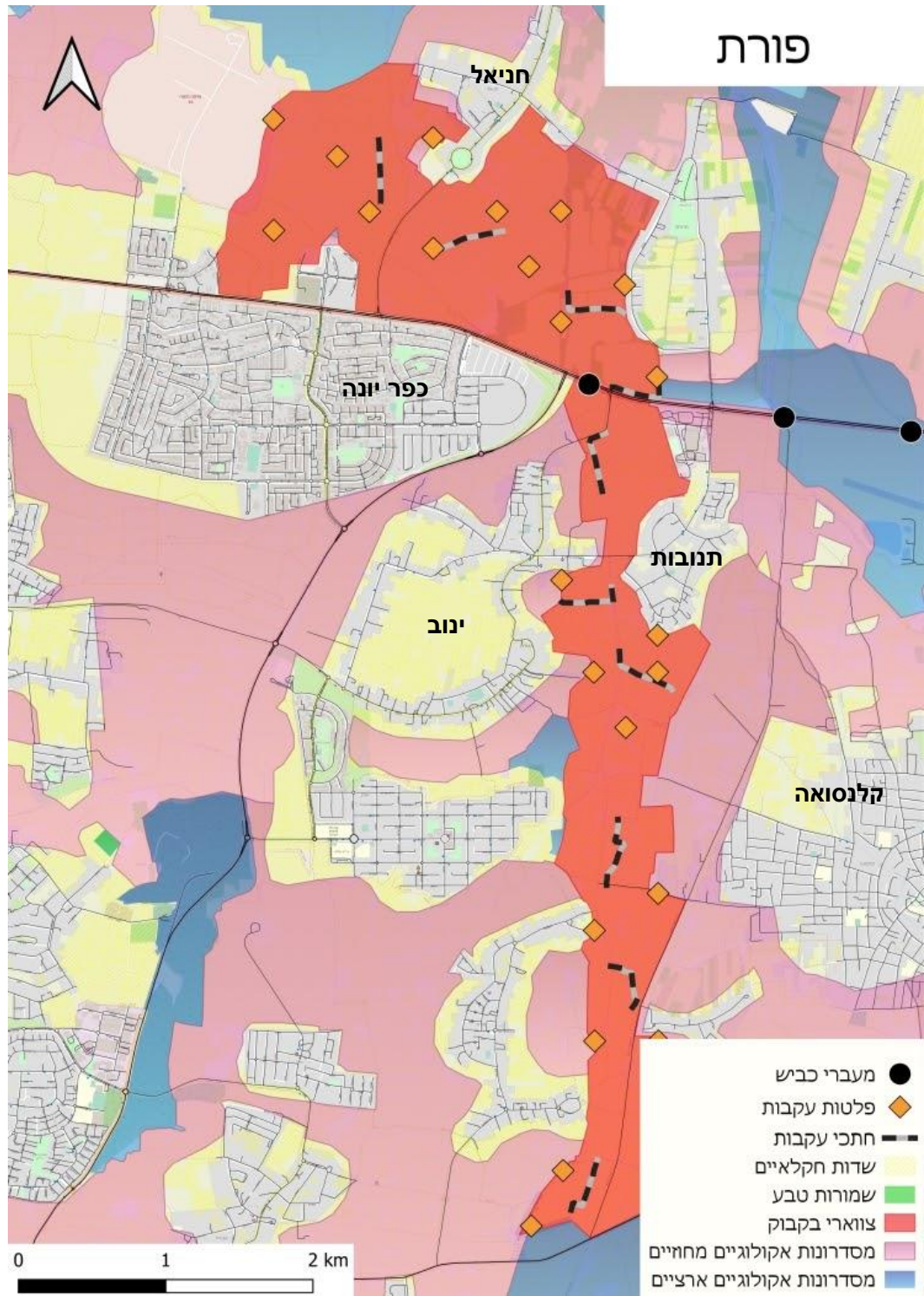
איור 3 מפת צוואר בקבוק "מזרח כפר סבא" (6.6 קמ"ר). צוואר הבקבוק נמצא ברובו על שטחים חקלאיים וגובל עם שטחים בנויים או חקלאיים.



איור 4 מפת צוואר בקבוק "טירה" (2.4 קמ"ר). צוואר הבקבוק נמצא ברובו על שטחים חקלאיים וגובל עם שטחים בנויים או חקלאיים.



איור 5 מפת צוואר בקבוק "אייל" (5.3 קמ"ר). צוואר הבקבוק נמצא ברובו על שטחים חקלאיים וגובל עם שמורת טבע מצפון מזרח ושטחים בנויים או חקלאיים.



איור 6 מפת צוואר בקבוק "פורת" (7.1 קמ"ר). צוואר הבקבוק נמצא ברובו על שטחים חקלאיים וגובל עם שטחים בנויים או חקלאיים.

טבלה 3 מספר המעברים וסוגם, מספר המצלמות שהוצבו ומספר המצלמות שנאספו בכל צווארי הבקבוק. רוב המעברים היו מעברי מים תחתיים (להוציא אחד שהיה גשר עילי), והם נחלקו למעברים מבוטנים (underpass) ולמעברי גשר פתוח (viaduct), בהם מעבר המים מתחת לכביש / למסילה אינו סגור במבנה בטון.

מס"ד	שם מצלמה	קו רוחב	קו גובה	כיוון מצלמה	סוג המעבר	סוג מעבר תחתי
1	אייל 9	32.22002	34.97259	פנימה	תחתי	מלבני
2	אייל 13	32.214749	34.976103	פנימה	תחתי	מלבני
3	אייל 14	32.217269	34.978246	פנימה	תחתי	צינור
4	כפר סבא 5	32.315523	34.956002	פנימה	תחתי	מלבני
5	כפר סבא 15	32.155709	34.936774	החוצה	גשר פתוח	
6	כפר סבא 16	32.179003	34.944453	פנימה	תחתי	צינור
7	עינת 18	32.097223	34.93424	החוצה	תחתי	מלבני
8	עינת 19	32.091052	34.92437	החוצה	תחתי	מלבני
9	עינת 20	32.085931	34.933891	פנימה	עילי	
10	עינת 22	32.079478	34.931633	החוצה	גשר פתוח	
11	עינת 23	32.101152	34.919892	פנימה	תחתי	צינור
12	עינת 25	32.101119	34.930135	החוצה	תחתי	
13	עינת 27	32.110879	34.919033	פנימה	גשר פתוח	
14	עינת 28	32.109803	34.936518	פנימה	גשר פתוח	
15	פורת 30	32.315523	34.956002	פנימה	תחתי	מלבני
16	פורת 32	32.312638	34.979214	פנימה	תחתי	מלבני

טבלה 4 מספר חתכי הזוחלים ואורכם בכל צוואר בקבוק ומאמץ הדיגום יחסית לשטח צווארי הבקבוק. אורך כל חתך 500 מ'. מאמץ הדיגום הינו היחס בין האורך הכולל של החתכים שנדגמו בפוליון לבין שטח הפוליון הרלוונטי, ומבוטא כך: X ק"מ רבוע שטח : 1 ק"מ דרך, כלומר יחידת שטח לכל ק"מ של חתך.

צוואר בקבוק	מס. חתכים	אורך כולל (ק"מ)	שטח פוליון (קמ"ר)	מאמץ דיגום (קמ"ר : ק"מ)
עינת	10	5	8.9	1 : 1.8
מזרח כפר סבא	10	5	6.6	1 : 1.3
טירה	8	4	2.4	1 : 0.6
אייל	10	5	5.3	1 : 1.1
פורת	10	5	7.1	1 : 1.4
סה"כ	48	24	30.3	1 : 1.3

ניתוח הנתונים

כללי:

ניתוח גודלי אוכלוסיה עבור נתוני פלטות עקבות וחתכי עקבות ביונקים ונתוני הזוחלים בוצע ע"י התאמת מודל הייררכי לנתוני הספירה (שפע) של המין עבורו בוצע המודל מהחתכים השונים. המודל הינו התאמה של מודל N-mixture (Royle 2004) למתאר של ביקור יחיד בכל אתר (Sólymos & Lele 2016; Sólymos *et al.* 2012), כפי שבוצע בפועל בסקר זה. ההנחה העומדת בבסיס המודל היא כי השפע הנצפה הינו פונקציה של הסתברות הבחירה בבית הגידול (habitat selection probability), גודל האוכלוסייה, והסתברות הגילוי של בעה"ח ע"י הסוקר. המודל הותאם באמצעות הפונקצייה svabu מתוך חבילת detect בסביבת R.

חתכי עקבות יונקים :

על מנת להבין את הגורמים המרחביים המשפיעים על גודל אוכלוסיות (שפע), התאמנו מודל לינארי לנתוני כלב הבית (*Canis familiaris*), תן זהוב (*Canis aureus*), שועל מצוי (*Vulpes vulpes*) ודרבן (*Hystrix indica*) (יתר המינים נצפו בתדירות נמוכה מדי להכלת המודל עליהם). במודל זה בחנו גורמים שונים העשויים להשפיע על השפע המקומי: בטווח של 250 מ' מהחתך שנסקר חישבנו את פרופורציית שטח המטעים, חקלאות גידולי שדה, שטח בנוי, שטח כבישים ומסילות רכבת ושטח פתוח בלתי מעובד. כלומר, עבור כל חתך ייצרנו פוליגון (buffer) המקיף אותו ברדיוס 250 מ', ובשטח של פוליגון זה חישבנו את אחוז המטעים, גידולי שדה וכו'. עבור נתוני שועל מצוי הותאמו מודלים מרובי אפסים בלבד (zero-inflated poisson). עבור נתוני כלב, תן ודרבן נבחנו גם מודלים רגילים היות ובנתונים הגולמיים לא הייתה כמות מרובה של אפסים; עם זאת, מודלים של ריבוי אפסים עדיין ביצעו טוב יותר גם עבור נתונים אלה.

מצלמות תנועה במעברי כביש :

התמונות מכל מצלמה עברו סינון של אירועי סרק. לאחר מכן מוינו כל אירועי הצילום על ידי זיהוי האובייקטים שבתמונה, זיהוי התמונה הראשונה והאחרונה באירוע הצילום (רצף תמונות), כימות מספר האובייקטים באירוע, ובמידת האפשר זיהוי זויג וגיל. במצלמות עינת מספר 20 ו-27, פעילות האדם (הולכי רגל, רוכבי אופניים ורכבים) היתה צפופה ומרובה מאוד. לפיכך, במצלמה 27 כומתו אירועי פעילות אדם באופן ישיר במהלך 4 ימי הצילום הראשונים, וסך האירועים בעשרת הימים הנותרים חושב באמצעות אקסטרפולציה. במצלמה 20 ניתנו ערכים שרירותיים של 30 אירועים לאדם, רכב ואופניים כל אחד. במצלמת עינת 23 שהה הומלס במעבר במשך 5 ימים ובמהלך שהותו צולמו תמונות רבות. במצלמה זו ניתן ערך שרירותי של 50 אירועים. בחישוב של משטר הפעילות העתי הערכים השרירותיים הנ"ל לא נלקחו בחשבון.

חתכי זוחלים :

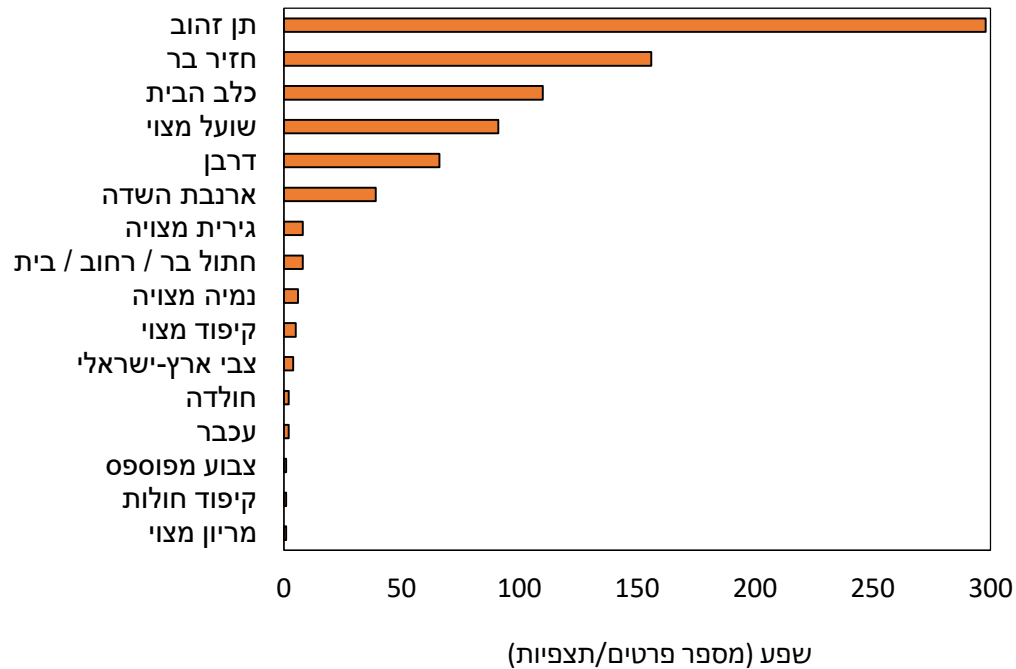
ביצענו ניתוח של גודל אוכלוסיה למין הנפוץ ביותר מהזוחלים, שנונית השפלה (*Acanthodactylus schreiberi*), המוגדר בסכנת הכחדה (EN) ברמה גלובלית (Hraoui-Bloquet *et al.* 2009). לצורך כך הותאם מודל היררכי מסוג N-mixture, המותאם לתרחיש של סקר יחיד בכל אתר (Royle 2004b; Sólymos *et al.* 2012) במודל נבדקו שימושי קרקע שונים, כפי שמתואר בניתוח של חתכי העקבות לעיל, כמנבאים של נתוני הספירה של שנונית השפלה בכל חתך שנסקר. בדקנו בנפרד את שימושי הקרקע במרחק 0-50 מ' ובמרחק 50-250 מ' מהחתך, וכן מודל בו שימושי הקרקע מאוחדים בכל הטווח האמור, 0-250 מ'.

תוצאות

יונקים בחתכי עקבות :

בוצעו 43 חתכי עקבות בצווארי הבקבוק השונים בין נובמבר 2018 לאפריל 2019, בשעות הבוקר (בממוצע בשעה 10:03, טווח 06:10 – 14:01). **טבלה 2** מסכמת את השטחים שנסקרו ואת מאמץ הדיגום: ממוצע של 1 ק"מ חתך לכל 1.4 קמ"ר של שטח. מאמץ הדיגום היה גבוה באופן יחסי וייצג היטב את השטחים הנסקרים. לשם השוואה, מאמץ הדיגום בשטחים גדולים הנסקרים ע"י חתכי עקבות הוא לרוב קטן פי 10-3 (Stander 1998; Funston *et al.* 2010). בחתכי העקבות נצפו 798 פרטים השייכים ל-16 מיני יונקים ב-590 תצפיות על פני 43

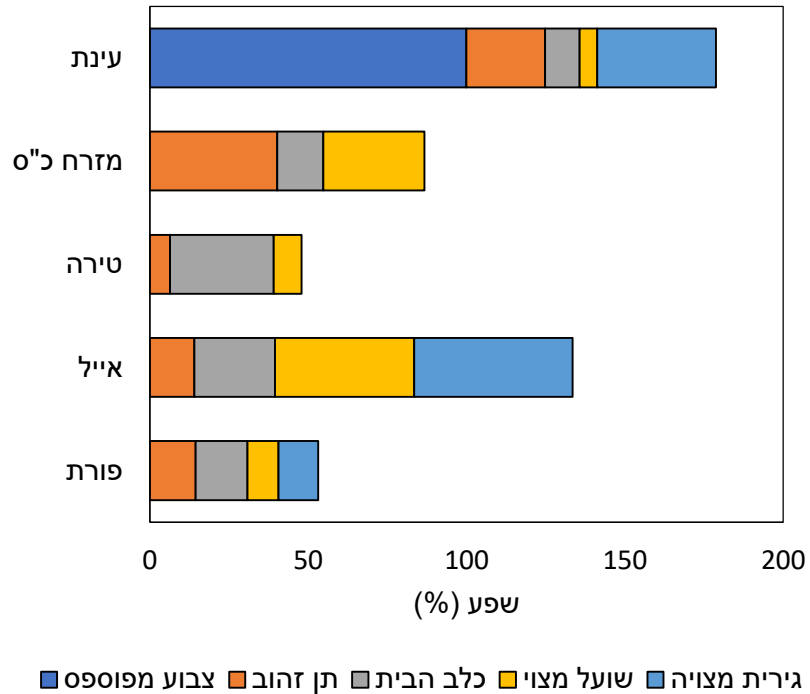
חתכים (איור 7 ונספח 1). ברוב החתכים איכות השביל הייתה בינונית (ממוצע של 3.0 לפי הערכה סובייקטיבית של הסוקר בסולם של 1-5), ועל כן ניתן להניח כי עקבותיהם של בעלי חיים קלים יחסית – ממשקל חתול ומטה – נרשמו באופן חלקי. לפיכך יש להתייחס לנתונים על מינים אלה כהערכות חסר, כולל אפסים שהינם מדומים (false absences). ארנבת מצויה הינה יוצאת דופן בקבוצה זו: למרות היותה במשקל דומה לחתול, עקבותיה נרשמות טוב יותר בשל דגם התנועה שלה (ניתורים) ובשל ציפורניה הבולטות.



איור 7 הרכב מינים ושפע בחתכי עקבות, ממוין לפי שפע. הערכת השפע הינה הערכת יתר, היות ולא ניתן להפריד בין תרחישים של שפע נמוך ופעילות גבוהה לבין שפע גבוה ופעילות נמוכה.

בהשוואה בין המסדרונות השונים עבור חמשת מיני הטורפים הבינוניים אשר אותרו בסקר זה – צבוע, תן, כלב, שועל וגירית - ניכר כי צוואר הבקבוק של טירה הוא עני באופן יחסי לצווארי הבקבוק האחרים, הן בעושר המינים והן בשפע המצטבר (**איור 8**). צוואר הבקבוק של טירה הוא צר ושטחו קטן יחסית לאחרים (ראה התייחסות לכך בחלק הבא), וכן נוכחות כלבי הבית בו היא הגבוהה מכל המסדרונות.

על מנת לבדוק את ההשערה שקיימת אינטראקציה בין פעילות מיני הכלביים בשטח, בחנו את הקורלציה בשפע בין כל זוג מינים. נמצא כי פעילות תן זהוב נמצאת במתאם שלילי לפעילות של כלב הבית, אם כי מתאם זה אינו מובהק סטטיסטית, כנראה בשל גודל המדגם ($t = -0.73, p = 0.16$). בין תן ושועל ובין שועל וכלב קיים מתאם חלש.



איור 8 שפע מצטבר של טורפים בינוניים מנתוני חתכי העקבות בפילוח לפי מסדרונות (שפע אוכלוסיית המין במסדרון מסויים מתוך כלל האוכלוסייה, באחוזים).

על מנת להבין את הגורמים המרחביים המשפיעים על גודל אוכלוסייה (שפע), התאמנו מודל לינארי לנתוני כלב, תן, שועל ודרבן. בתהליך בחירת מודלים עלה כי הגורמים המשפיעים באופן חיובי על שפע כלב הבית הם פרופורציית השטח של מטעים, חקלאות גד"ש ושטח פתוח בלתי מעובד (ללא מובהקות סטטיסטית). הגורמים החשובים ביותר היו שטח המטעים והגד"ש (**טבלה 5 ונספח 2**). במודל של התן נבחנו כל המשתנים האפשריים, בדומה למודל הכלב. בנוסף, נבחן כמשתנה מסביר גם שפע כלב הבית (השפע החוזי על פי המודל של כלב, **טבלה 5**), היות ובנתונים הגולמיים נמצא מתאם שלילי בין כלבים לתנים, כפי שתואר לעיל. במודל התן הגורמים הבאים השפיעו באופן חיובי על השפע: פרופורציית שטח מטעים, גד"ש, שטח בנוי, כבישים ושפע כלבים, ללא מובהקות סטטיסטית באף גורם¹. הגורם היחיד אשר היה קרוב למובהקות סטטיסטית היה פרופורציית הכבישים בטווח של 250 מ' (אשר לו השפעה חיובית גבוהה). עם זאת, הגורם התורם ביותר לכושר ההסברה של המודל היה פרופורציית המטעים (**טבלה 6 ונספח 3**). במודלים של השועל והדרבן נבחן סט זהה של משתנים מסבירים כפי שנבחן במודל התן. במודל הנבחר של שועל מצוי הגורמים הבאים השפיעו באופן חיובי על השפע: פרופורציית שטח גד"ש, כבישים, שטח פתוח בלתי מעובד ושפע כלבים; לא התקבלו מקדמים מובהקים סטטיסטית. הגורם התורם ביותר לכושר ההסברה של המודל היה פרופורציית השטח הפתוח הבלתי מעובד

¹ המקדם של שפע כלבים במודל הוא חיובי. נתון זה סותר לכאורה את המתאם השלילי שנצפה בין שפע תנים לשפע כלבים. עם זאת, המקדם הוא קרוב מאוד לאפס (~0.05) ולכן השפעתו זניחה, הוא רחוק מאוד ממובחהקות סטטיסטית ($P \sim 0.99$) ותרומתו לכושר ההסברה של המודל אינה גבוהה ($\Delta AIC = 14.8$). לפיכך אין לייחס חשיבות רבה לגורם זה במודל, יתר על כן לסימנו (חיובי / שלילי). אמנם נמצא מתאם שלילי חזק (-0.73) בין תנים לכלבים, אבל הוא אינו מובהק סטטיסטית. חוסר המובהקות יכול לנבוע ממדגם קטן ($n=5$ צווארי בקבוק שנדגמו), אבל יכול גם שלא, ולכן יש להתייחס לתוצאות בזהירות.

טבלה 7 ונספח 4). במודל הנבחר עבור דרבן הגורמים פרופורציית שטח המטעים ושטח פתוח בלתי מעובד השפיעו באופן חיובי על השפע, בעוד שפע כלבים השפיע באופן שלילי; לא התקבלו מקדמים מובהקים סטטיסטית. הגורם התורם ביותר לכושר ההסברה של המודל היה שפע הכלבים (**טבלה 8 ונספח 5**).

טבלה 5 המקדמים של המודל הנבחר עבור שפע כלב הבית (מודל 5 בטבלה שבנספח 2). העמודה האחרונה מציינת עליה בערך ה-AIC כאשר המשתנה המדובר מוסר מהמודל; כך, ככל שערך זה גבוה יותר – כך המשתנה המדובר תורם יותר לכושר ההסברה של המודל.

Model formula: count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + open monitors + track_quality					
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value	ΔAIC
Coefficients for abundance:					
agri_plantation	3.558	15.18	0.234	0.815	60.7
agri_field	3.426	14.444	0.237	0.813	93.7
Open	2.477	17.79	0.139	0.889	13.1
Coefficients for detection:					
Intercept	-2.85499	21.88707	-0.13	0.896	
monitorsNoa	0.9448	19.03963	0.05	0.96	
monitorsOded	-0.97718	7.3353	-0.133	0.894	
Monitorsomri	-0.01568	7.39054	-0.002	0.998	
Monitorsrani	1.71365	12.01282	0.143	0.887	
track_quality_1_lowest.L	2.5763	8.64938	0.298	0.766	
track_quality_1_lowest.Q	-1.71204	11.38205	-0.15	0.88	
track_quality_1_lowest.C	0.07459	6.02826	0.012	0.99	
track_quality_1_lowest^4	0.58188	8.55715	0.068	0.946	
Coefficients for zero inflation:					
Intercept	-2.741	11.913	-0.23	0.818	

טבלה 6 המקדמים של המודל הנבחר עבור שפע תן זהוב.

Model formula: count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + dog_abund -1 + monitors + track_start_time + track_quality					
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value	ΔAIC
Coefficients for abundance:					
Intercept	0.55421	4.10362	0.135	0.8926	
agri_plantation	0.71801	6.1824	0.116	0.9075	43.8
agri_field	1.50042	7.39546	0.203	0.8392	16.7
bldg_thin	5.71114	4.12838	1.383	0.1665	5.3
Roads	7.76696	4.1646	1.865	0.0622	9.3
dog_abund	0.05313	4.05069	0.013	0.9895	14.8
Coefficients for detection:					
monitorsAsaf	2.441	3.688	0.662	0.5082	
monitorsNoa	0.84	4.239	0.198	0.843	
monitorsOded	-10.54	4.79	-2.2	0.0278	
Monitorsomri	4.785	11.01	0.434	0.664	
Monitorsrani	1.956	14.48	0.135	0.8925	
track_start_time	0	2.731	0	1	
track_quality_1_lowest.L	-0.923	2.457	-0.376	0.7071	
track_quality_1_lowest.Q	0.411	8.516	0.048	0.9615	
track_quality_1_lowest.C	0.047	3.892	0.012	0.9903	
track_quality_1_lowest^4	1.143	4.98	0.229	0.8185	
Coefficients for zero inflation:					
Intercept	-3.734	8.522	-0.438	0.661	

טבלה 7 המקדמים של המודל הנבחר עבור שפע שועל מצוי.

Model formula: count ~ -1 + agri_field + roads + open + dog_abund monitors + track_quality					
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value	ΔAIC
Coefficients for abundance:					
agri_field	1.22055	3.75183	0.325	0.745	23.8
Roads	5.71966	6.60759	0.866	0.387	15.3
Open	2.86242	3.31284	0.864	0.388	41.4
dog_abund	0.06678	6.31648	0.011	0.992	31.5
Coefficients for detection:					
Intercept	-3.4047	9.7015	-0.351	0.726	
monitorsNoa	1.1529	15.4359	0.075	0.94	
monitorsOded	1.2104	7.8472	0.154	0.877	
Monitorsomri	1.9906	10.7436	0.185	0.853	
Monitorsrani	1.4633	5.1578	0.284	0.777	
track_quality_1_lowest.L	2.9103	5.178	0.562	0.574	
track_quality_1_lowest.Q	-0.8576	7.5544	-0.114	0.91	
track_quality_1_lowest.C	-0.7659	8.6263	-0.089	0.929	
track_quality_1_lowest^4	-0.2721	5.7581	-0.047	0.962	
Coefficients for zero inflation:					
Intercept	-1.379	2.868	-0.481	0.631	

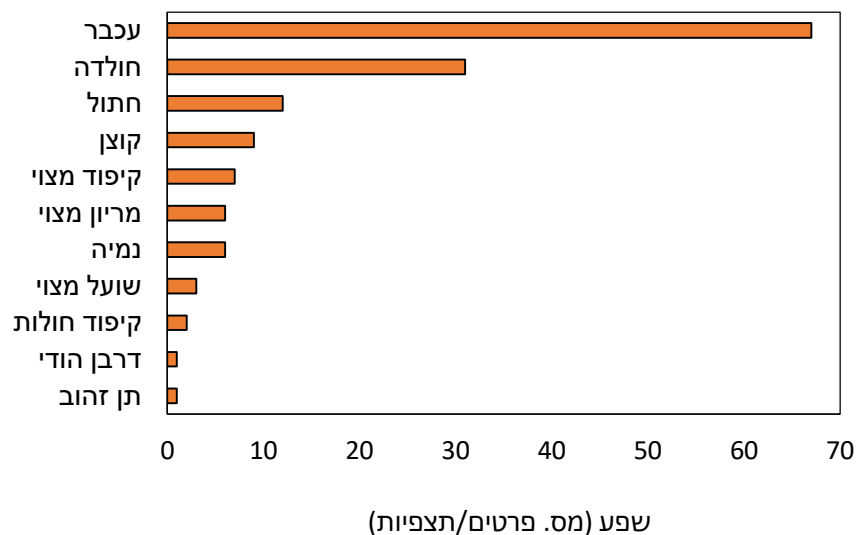
טבלה 8 המקדמים של המודל הנבחר עבור שפע דרבן.

Model formula: count ~ agri_plantation + open + dog_abund -1 + monitors + start_time + track_quality					
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value	ΔAIC
Coefficients for abundance:					
Intercept	3.86462	9.55866	0.404	0.686	
agri_plantation	1.40161	11.12261	0.126	0.9	12.9
Open	0.08493	13.4615	0.006	0.995	4.6
dog_abund	-0.12871	22.39512	-0.006	0.995	41.8
Coefficients for detection:					
monitorsAsaf Ben-David	-2.62	10.4	-0.252	0.801	
monitorsNoa	-2.977	9.862	-0.302	0.763	
monitorsOded	-18.15	12.64	-1.436	0.151	
Monitorsomri	-1.08	12.53	-0.086	0.931	
Monitorsrani	-3.775	11.23	-0.336	0.737	
track_start_time	1.02E-05	13.43	0	1	
track_quality_1_lowest.L	1.808	8.113	0.223	0.824	
track_quality_1_lowest.Q	-0.613	9.555	-0.064	0.949	
track_quality_1_lowest.C	-0.285	8.153	-0.035	0.972	
track_quality_1_lowest^4	0.087	7.035	0.012	0.99	
Coefficients for zero inflation:					
Intercept	-1.215	4.81	-0.253	0.801	

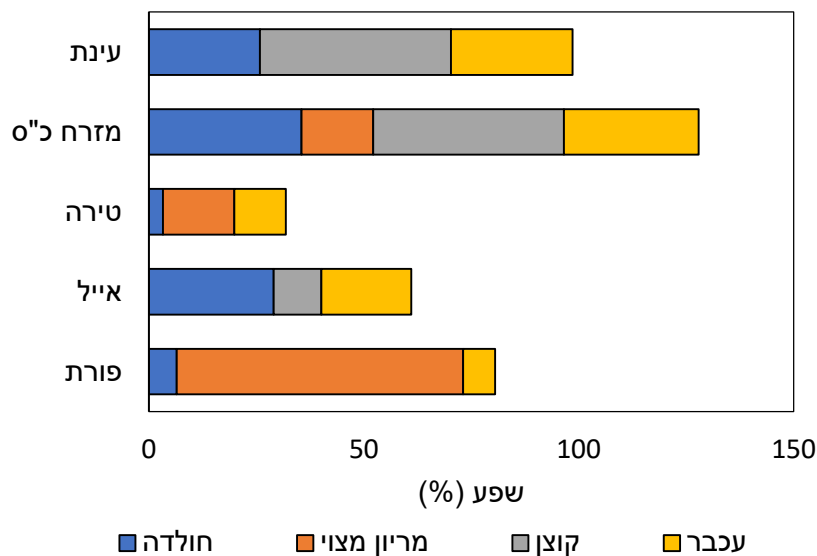
יונקים בפלטות עקבות:

מאמץ הדיגום של פלטות העקבות מוצג ב**טבלה 1**. בין נובמבר 2018 למאי 2019 הוצבו 127 פלטות עקבות בצווארי הבקבוק. מכל צוואר בקבוק נאספו בין 11 ל-28 פלטות, ובסה"כ 107 פלטות, המהוות 1868 ימי מעקב במצטבר, 17.5 ימים בממוצע לפלטה (13-68). הפיזור המרחבי של הפלטות מוצג ב**איורים 2-6**. נתוני העקבות בפלטות מכילים 11 מיני יונקים והשפע המצטבר של כל המינים הינו 145 פרטים (**איור 9 ונספח 6**). מינים בעלי

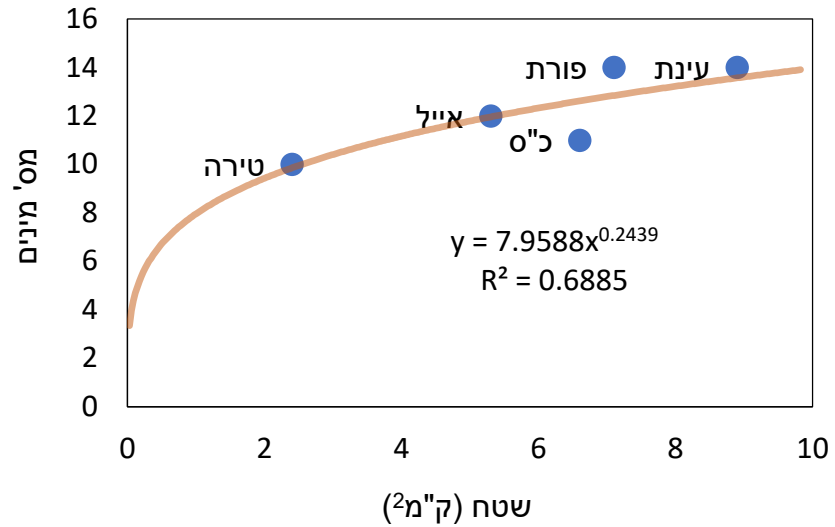
שפע נמוך הינם מינים נדירים יחסית (קיפוד חולות) או מינים גדולים אשר נצפים באמצעות פלטות לעיתים נדירות (תן, דרבן ושועל). בהשוואה בין המסדרונות עבור ארבעת מיני המכרסמים אשר זוהו בסקר (עכבר, קוצן, מריון מצוי וחולדה), נמצא, בדומה לניתוח של הטורפים הבינוניים (**איור 8**), כי צוואר הבקבוק של טירה הוא העני ביותר מבין חמשת צווארי הבקבוק (**איור 10**). עם זאת, בהסתמך על תיאוריית יחס מינים – שטח (Preston 1962), ממצא זה הוא צפוי בהתחשב בשטחו הקטן של הפוליגון של טירה (**איור 11**).



איור 9 הרכב מינים ושפע בפלטות עקבות, ממויך לפי שפע. הערכת השפע הינה הערכת יתר, היות ולא ניתן להפריד בין תרחישים של שפע נמוך ופעילות גבוהה לבין שפע גבוה ופעילות נמוכה.



איור 10 שפע מצטבר של מכרסמים מנתוני פלטות העקבות בפילוח לפי מסדרונות (שפע אוכלוסיית המין במסדרון מסויים מתוך כלל האוכלוסייה, באחוזים).

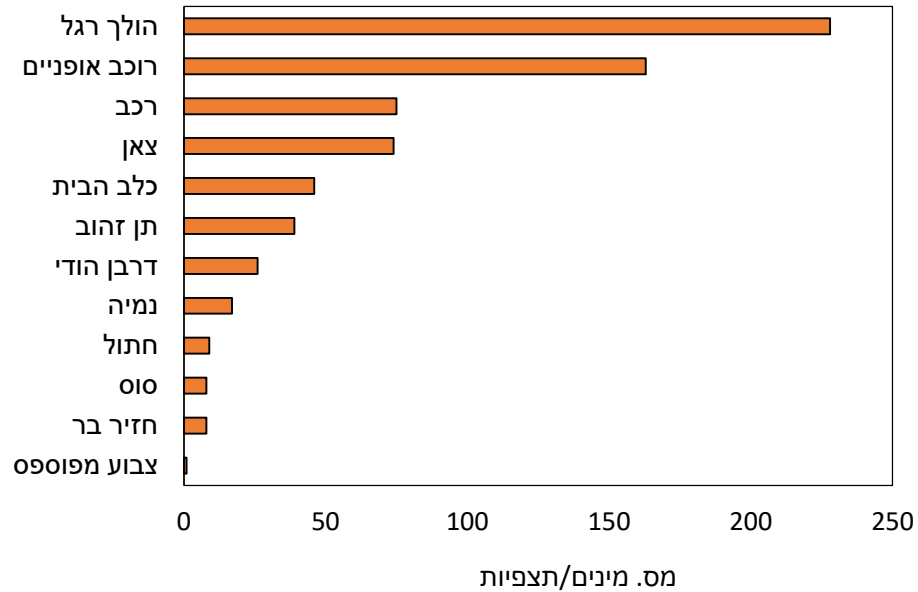


איור 11 יחס מינים-שטח בצווארי הבקבוק לפי נתוני חתכי העקבות, והתאמתו ל-power law.

יונקים במעברי כביש :

במהלך החודשים אפריל – יולי 2019 הוצבו 22 מצלמות תנועה במעברי כביש על מנת להעריך את זהות המשתמשים במעברים ואת כמויות העוברים, מתוכן נאספו נתונים מ-16 מצלמות (חלקן נגנבו וחלקן לא פעלו). המצלמות פעלו במשך 245 ימי צילום במצטבר – ממוצע של 15.3 ימים למצלמה. רוב המעברים היו מעבירי מים תחתיים (להוציא אחד שהיה גשר עילי), והם נחלקו למעברים מבוטנים (underpass) ולמעברים פתוחים (viaduct), בהם מעבר המים מתחת לכביש / למסילה אינו סגור במבנה בטון. פירוט ההצבות ותיאור המעבר מופיע ב**טבלה 3**.

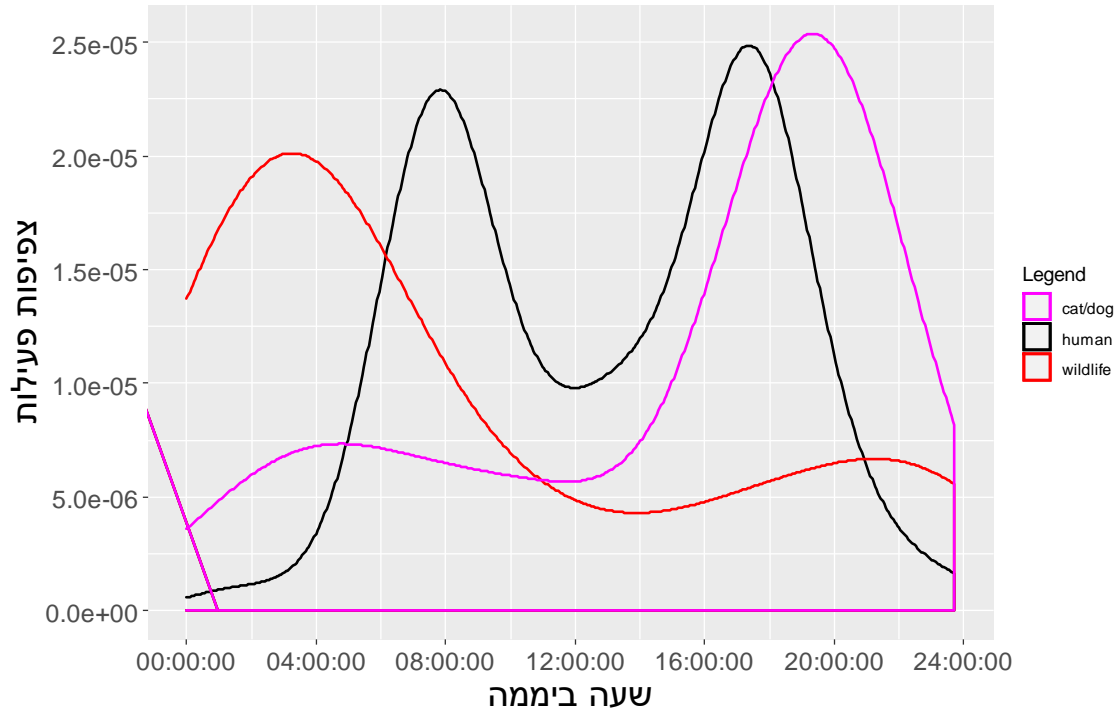
הרכב המינים שצולמו והשפע / עוצמת הפעילות של כל מין מוצגים ב**איור 12**. מבין כל האירועים, פעילות אדם (הולך רגל / רוכב אופניים / רכב) היוותה 67% מהפעילות במעברים, ופעילות חיות משק / בית היוותה 20% נוספים; כך, פעילות חיות בר היתה מצומצמת למדי באופן יחסי והיוותה 13% בלבד.



איור 12 הרכב מינים ושפע במצלמות תנועה, ממוין לפי שפע. הערכת השפע הינה הערכת יתר, היות ולא ניתן להפריד בין תרחישים של שפע נמוך ופעילות גבוהה לבין שפע גבוה ופעילות נמוכה.

על מנת לבדוק את השפעתם של גורמים שונים על דפוס השימוש המרחבי של חיות בר במעברים בחנו מספר מודלים לינאריים (**נספח 7**). המודל שהסביר את הפעילות של חיות בר במעברים באופן המיטבי היה מודל בו שולבו סוג המעבר, פעילות אדם ופעילות כלבים וחתולים כגורמים מסבירים. עם זאת, כל המשתנים במודל זה לא היו מובהקים סטטיסטית (**נספח 8**). בחינה של מקדמי המתאם של פירסון (Pearson's correlation) העלתה כי קיים מתאם שלילי בין פעילות חיות בר לבין פעילות אדם וכן בין פעילות חיות בר לבין פעילות חתולים וכלבים ($R = -0.30$ עבור שני המקרים, אינו מובהק סטטיסטית) וכי קיים מתאם חיובי בין פעילות אדם לפעילות חתולים וכלבים ($R = 0.60$, $p = 0.03$).

על מנת לבחון את דפוס השימוש העתי במעברים חישבנו את צפיפות הפעילות של חיות בר, אדם וחתולים וכלבים על פני ציר הזמן במהלך היממה, עבור כלל המעברים שנוטרו (**איור 13**). מניתוח זה נובע כי לפעילות אדם שני שיאים, אחד סביב השעה 08:00 בבוקר והשני סביב השעה 17:30, המקבילים לזמנים של תנועת יוממות ופעילות ספורטיבית. לחתולים וכלבים שיא עיקרי סביב השעה 19:00, החופף בחלקו לשיא של פעילות אדם אחה"צ, וניתן להניח שחלקו נובע מטילי ערב של כלבים עם בעליהם. לחיות בר שיא עיקרי סביב 03:00, במרחק זהה פחות או יותר משיאי הפעילות של אדם ושל חתולים וכלבים.

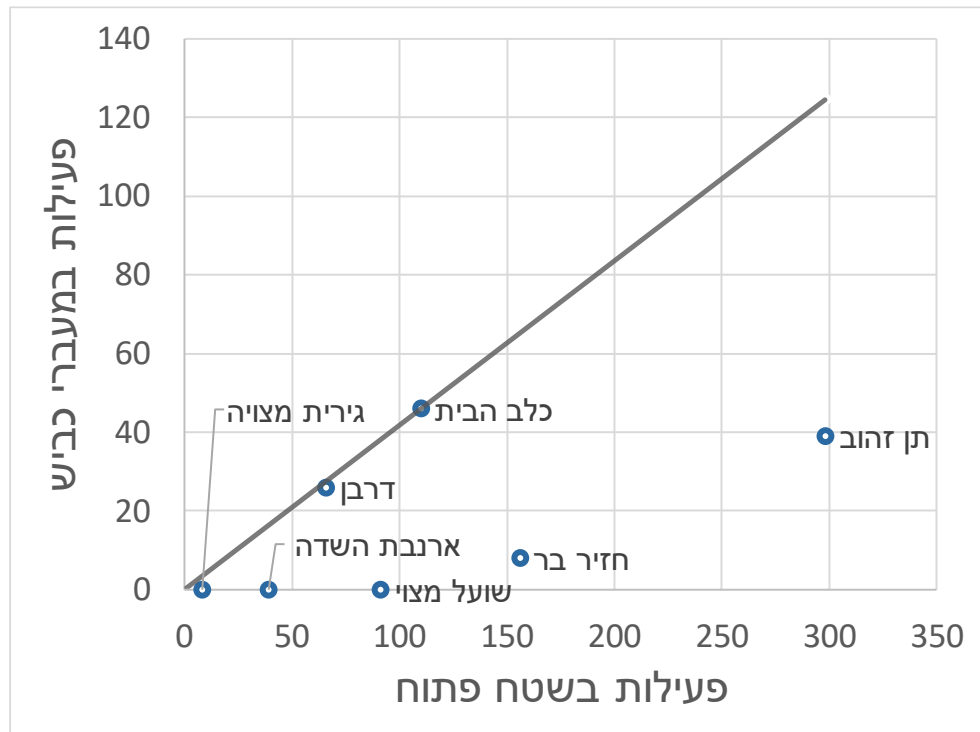


איור 13 צפיפות פעילות של חיות בר, אדם (כולל רכב, אופניים וחיות משק), וחתולים וכלבים על פני שעות היממה בכל המעברים שנטרו (דגם הפעילות היה דומה בכל המעברים).

שאלנו האם הייצוג של מינים בשטח הפתוח זהה לייצוגם במעברי כביש. לצורך כך השונו את פעילותם של שבעה מיני יונקים בינוניים וגדולים אשר נצפו בשטחים הפתוחים בתדירות גבוהה מספיק בחתכי העקבות, לפעילותם הנצפית במעברי כביש. היות ומדובר בשיטות דיגום שונות ובמאמצי דיגום שונים, לא ניתן להשוות את יחידות הפעילות המוחלטות זו לזו, אך כן ניתן להשוות את יחס הפעילות (מעברים לעומת שטח פתוח) בין מינים שונים. הנחנו כי מעברי הכביש אינם מהווים בית גידול עבור אף אחד ממינים אלו, היות ורובם הם מעברים מבוטנים וחשופים, ועל כן הפעילות האמיתית של בעלי חיים במעבר תמיד תהיה נמוכה או שווה לפעילותם בשטח הפתוח. בהתבסס על הנחה זו, השונו את יחסי הפעילות של כל המינים ליחס הגבוה ביותר, אותו הציג כלב הבית. השוואה זו מייצגת השערת אפס הגורסת כי כל המינים תופשים את מעברי הכביש כאמצעי מעבר כפי שהכלב הבית תופס אותם.

מניתוח יחסי התצפיות בשטח הפתוח והתצפיות במעברים (**איור 14**) עולה כי דרבן ניצל את המעברים במידה רבה, כמעט כמו כלב. מנגד, השימוש של מיני הבר האחרים במעברים היה נמוך מהצפוי. ביחוד בלטו בתדירותם הנמוכה חזיר הבר והשועל המצוי; האחרון לא נצפה כלל במעברי כביש למרות שפעילותו בשטח היתה גבוהה מזו של דרבן. השימוש של תן זהוב במעברי כביש היה שליש מהצפוי תחת השערת האפס – תימוכין נוספים להעדרם של תנים בנוכחות כלבים כפי שצויין לעיל, ואולי רמז לכך ששועלים ותנים חוצים כבישים במעברים בעלי מאפיינים אחרים (כגון מעברי מים קטנים יותר) או על גבי הכביש עצמו.²

² קיימת חשיבות להתייחס לסוג המעבר בהקשר להעדפת שימוש. כעת יש מעט מדיי תצפיות לצורך בחינה משווה שכזו, אך בניטור ארוך טווח, כשיצטברו עוד נתונים, המדגם צפוי להיות גדול מספיק.



איור 14 פעילות יונקים במעברי כביש (עפ"י מצלמות שביל) ובשטח הפתוח (עפ"י חתכי עקבות). מיוצגים כל המינים מעל גודל חתול אשר נצפו עבורם 5 פרטים לפחות בחתכי העקבות. הקו מייצג את היחס הצפוי (פעילות במצלמות : פעילות עקבות) לפי כלב הבית, שהציג את היחס המקסימלי.

זוחלים ודו-חיים :

בוצעו סה"כ 50 חתכים לפי החלוקה לפוליגונים המוצגת ב**טבלה 4**. סה"כ נצפו 118 פרטים של דו-חיים (ביצענו ניתוח של גודל אוכלוסיה למין הנפוץ ביותר מהזוחלים, שנונית השפלה, המוגדר בסכנת הכחדה (EN) ברמה גלובאלית (Hraoui-Bloquet *et al.* 2009). במודל נבדקו שימושי קרקע שונים (אשר בוטאו כפרופורציה מתוך השטח) כמנבאים של נתוני הספירה של שנונית השפלה בכל חתך שנסקר (נספח 9). בדקנו בנפרד את שימושי הקרקע במרחק 0-50 מ' ובמרחק 50-250 מ' מהחתך, וכן מודל בו שימושי הקרקע מאוחדים בכל הטווח האמור, 0-250 מ'. במודל מהסוג לא נמצאו כלל משתנים מסבירים מובהקים. במודל בו אוחדו המרחקים נמצא כי המשתנה היחיד שמשפיע באופן מובהק וחיובי על שפע שנונית השפלה הוא פרופורציית המטעים בטווח שנבדק (**Error! Reference source not found.**; $P=0.00196$, $n=48$).

; מתוכם כ-100 צעירים של קרפדה ירוקה בתצפית בודדת) משני מינים אשר נצפו ב-9 תצפיות, ב-6 חתכים : 3 בעינת אחד באייל, פורת וכפר סבא כ"א. לא נבדקו מקווי מים. בסה"כ נצפו 187 פרטים של זוחלים מ-17 מינים ב-176 תצפיות ב-48 חתכים)

; בכל חתך היתה לפחות תצפית אחת). נצפו כ-155 תצפיות בזוחלים אשר ניתן לייחס עבורן בית גידול (תצפיות ישירות בפרט, תצפיות בקליפות ביצה או בנשל; לא נכללו תצפיות עקיפות באמצעות עקבות). מתוך תצפיות אלה, 74.8% זוהו על מצע טבעי : כשליש נצפו בצמחיה חד שנתית, אך גם בתוך נשר עלים (בעיקר חומט גמד

ופסים), על ותחת אבנים, ועל עצים (חרדון מצוי). רק כרבע מהעצים עליהם זוהו תצפיות היו עצי מטע; השאר היו ברוש, אורן ואלה. יתר התצפיות, 25.2%, זוהו על מצע מלאכותי, בעיקר מבני בטון, שאריות פלסטיק ודרכי עפר.

ביצענו ניתוח של גודל אוכלוסייה למין הנפוץ ביותר מהזוחלים, שנונית השפלה, המוגדר בסכנת הכחדה (EN) ברמה גלובאלית (Hraoui-Bloquet *et al.* 2009). במודל נבדקו שימושי קרקע שונים (אשר בוטאו כפרופורציה מתוך השטח) כמנבאים של נתוני הספירה של שנונית השפלה בכל חתך שנסקר (נספח 9). בדקנו בנפרד את שימושי הקרקע במרחק 0-50 מ' ובמרחק 50-250 מ' מהחתך, וכן מודל בו שימושי הקרקע מאוחדים בכל הטווח האמור, 0-250 מ'. במודל מהסוג לא נמצאו כלל משתנים מסבירים מובהקים. במודל בו אוחדו המרחקים נמצא כי המשתנה היחיד שמשפיע באופן מובהק וחיובי על שפע שנונית השפלה הוא פרופורציית המטעים בטווח שנבדק ($P=0.00196$, $n=48$). (Error! Reference source not found.)

טבלה 9 עושר והרכב המינים של דו-חיים.

מין (עברית)	מין (לטינית)	עינת	מזרח כפר סבא	טירה	אייל	פורת	סה"כ
צפרדע הנחלים	<i>Pelophylax bedriagae</i>	0	0	0	1	2	3
קרפדה ירוקה	<i>Pseudepidalea variabilis</i>	113	2	0	0	0	115
סה"כ		113	2	0	1	2	118

טבלה 10 עושר והרכב המינים של זוחלים.

מין (עברית)	מין (לטינית)	עינת	מזרח כפר סבא	טירה	אייל	פורת	סה"כ	רמת סיכון אזורי
שנונית השפלה	<i>Acanthodactylus schreiberi</i>	0	9	28	0	13	50	CR, בסכנת חמורה
קמטן	<i>Pseudopus apodus</i>	2	0	0	0	0	2	בסיכון נמוך או לא ידוע
חרדון מצוי	<i>Laudakia stellio</i>	8	10	3	11	11	43	בסיכון נמוך או לא ידוע
חומט גמד	<i>Ablepharus rueppellii</i>	1	5	0	8	0	14	בסיכון נמוך או לא ידוע
נחושית נחשונית	<i>Chalcides guentheri</i>	1	0	0	1	0	2	VU, עתידו בסכנה
נחושית עיונית	<i>Chalcides ocellatus</i>	0	1	1	1	1	4	בסיכון נמוך או לא ידוע
חומט פסים	<i>Trachylepis vittata</i>	5	3	0	11	7	26	בסיכון נמוך או לא ידוע
זיקית	<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	0	1	0	1	0	2	בסיכון נמוך או לא ידוע
שממית בתיים	<i>Hemidactylus turcicus</i>	0	0	3	2	2	7	בסיכון נמוך או לא ידוע
מניפנית מצויה	<i>Ptyodactylus guttatus</i>	3	0	0	2	0	5	בסיכון נמוך או לא ידוע
צפע מצוי	<i>Daboia palaestinae</i>	1	3	2	0	0	6	בסיכון נמוך או לא ידוע
זעמן שחור	<i>Dolichophis jugularis</i>	4	1	0	3	1	9	בסיכון נמוך או לא ידוע
זעמן מטבעות	<i>Hemorrhoids nummifer</i>	1	0	0	0	0	1	בסיכון נמוך או לא ידוע

מחרוזת "דוגוני"	<i>Micrelaps muelleri</i>	1	0	0	0	0	1	VU, עתידו בסכנה
זעמן זיתני	<i>Platyceps collaris</i>	1	3	1	1	0	6	בסיכון נמוך או לא ידוע
נחשיל מצוי	<i>Typhlops vermicularis</i>	3	0	1	0	0	4	בסיכון נמוך או לא ידוע
צב-יבשה מצוי	<i>Testudo graeca</i>	0	2	1	2	0	5	VU, עתידו בסכנה
סה"כ		31	38	40	43	35	187	
עושר המינים		12	10	8	11	6		

טבלה 11 המקדמים של המודל הנבחר עבור שפע שנונית השפלה. פרופורציית שטח המטעים היא מסביר מובהק סטטיסטית.

Model Formula: count ~ agri_plantation temp_shade					
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value	Sig.
Coefficients for abundance					
Intercept	0.5623	0.2884	1.95	0.05123	.
agri_plantation	1.7085	0.5519	3.096	0.00196	**
Coefficients for detection					
Intercept	-10.5416	26.4533	-0.398	0.69	
temp_shade	0.4875	1.1092	0.44	0.66	
Coefficients for zero inflation					
Intercept	0.5335	0.3358	1.588	0.112	
Signif. codes: 0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1					

דין

בסקר הנוכחי נבחנו צווארי בקבוק כחלק ממערכת של מסדרונות אקולוגיים במחוז מרכז. ככל הידוע לנו סקר זה מהווה את המאמץ המרוכז הגבוה ביותר במחוז, הן מבחינת היקף השטח, הן מבחינת מאמץ הדיגום ביחס לשטח והן מבחינת מגוון שיטות הדיגום. רובו הגדול של השטח שנבדק בסקר הנוכחי מהווה שטחי חקלאות המכילים גידולים שונים ומעובדים בממשקים מגוונים, עם רשת שבילי עפר ענפה ופסיפס של שטחים עזובים/משארים/שדרות עצים/מזבלות וכד'. מיעוט מהשטח, בעיקר החלקים הצפוניים והדרומיים של צוואר הבקבוק 'יעינת' הינם שטחים טבעיים, כולל שמורות וגנים לאומיים. ניתן לומר שבאופן כללי רוב השטח הנבדק עונה להגדרה של צוואר בקבוק עם חקלאות פתוחה, והינו מבחינה אקולוגית שטח מופר עם פעילות אדם גבוהה מאוד. עם זאת, אותה במהלך הסקר מספר גבוה יחסית של מיני חולייתנים (יונקים, זוחלים ודו-חיים) – סה"כ 36 מינים שונים, מתוכם שני מינים מבויתים (כלב וחתול) ומספר מינים הנחשבים כמלווי אדם מובהקים (תן זהוב, חולדה, עכבר הבית).

אמנם חלק גדול ממינים אלו נצפה פעם אחת או פעמים בודדות, אולם ניתן להניח כי המצאות פרט או פרטים בודדים של מין מסויים מעידים על קיומה של אוכלוסייה, בעיקר לנוכח העובדה שחלק מהמינים הינם כאלו שגם בבתי גידול אידיאליים קשה לצפות בהם. במובן זה, נראה כי אף שהשטח מופר מאוד מבחינת המערכת האקולוגית הטבעית, הוא עדיין תומך במגוון מינים גבוה ושמירה עליו כשטח פתוח חיונית. זאת ועוד, למרות שאין אפשרות לדעת מתוצאות סקר כמו זה שביצענו מה חלקו של השטח כמעבר במסדרון אקולוגי או כבית

גידול ולאילו מינים. מגוון המינים ולעיתים מספר התצפיות מרמז כי השטח משמש לשתי המטרות. אנו סבורים שבהקשר זה יש להרחיב את המונח התפקודי של מסדרונות אקולוגיים לרצף שטחים פתוחים המשמש הן למעבר והן כבית גידול.

כאמור, צווארי הבקבוק "עינת" ו"אייל" כוללים בתוכם או גובלים בשטחי ליבה שמורים. אכן, ניתן לראות כי בנוכחות יונקים גדולים שני השטחים הללו שונים (גודל המדגם אינו מאפשר ניתוח סטטיסטי, אך המגמות ברורות) משלושת צווארי הבקבוק הנותרים, הנמצאים בלב הפסיפס המבונה-חקלאי. הבדל זה התבטא במינים כגון הצבי הארץ ישראלי והצבוע המפוספס שנצפו רק ב"עינת" ובחזיר הבר שרוב התצפיות בו נעשו ב"אייל" וב"עינת". בפלטות העקבות לאומת זאת לא נמצאו הבדלים בחלוקה זאת. נראה כי דווקא לגרדיאנט צפון-דרום יש השפעה על תצפיות במיני היונקים הקטנים, בעיקר קוצן זהוב שנפוץ יותר בצווארי הבקבוק הדרומיים. אחד מפערי הידע המשמעותיים בהבנת תפקוד של מסדרונות אקולוגיים הוא מיקום המסדרון ביחס לשטחי הליבה הטבעיים ויחסי הגומלין בין השטח הטבעי למסדרון. נושא זה ראוי לבחינה ממוקדת.

באופן לא מפתיע, בצוואר הבקבוק 'טירה' המהווה את הפוליגון בעל השטח הקטן ביותר, וכן כלאו בין שטחים מבונים במרבית אורכו, מצאנו את עושר המינים הנמוך ביותר בקרב היונקים והדו-חיים, והשני הנמוך ביותר בקרב הזוחלים. עם זאת, ייתכן שמצב זה הינו גם תוצאה, בין השאר, של הנוכחות הגבוהה של כלבים במסדרון זה. המתאם השלילי בין פעילות כלבים לפעילות תנים עשוי להעיד על תחרות בין שני מינים אלה, בין אם ישירה (עימותים תוקפניים) ובין אם עקיפה (השתלטות על משאבים, scramble competition). ייתכן ופעילותם הגבוהה של כלבים משפיעה גם על טורפים בינוניים אחרים, שכן גם פעילות שועלים היתה נמוכה יחסית במסדרון טירה ואילו גיריות לא אותרו בו כלל.

באופן מפתיע, אחוז השטח הבנוי לא היווה גורם חיובי לנוכחות של כלבים; עם זאת, היות והשטחים שנסקרו הם צווארי בקבוק אשר בין כה וכה קרובים למדי לשטחים מבונים, הגורמים העשויים להשפיע לחיוב על פעילות של כלבים בצווארי הבקבוק הם דווקא שטחים פתוחים (חקלאיים וטבעיים). ניתן לומר כי פעילות גבוהה של כלבי בית, באם מבוייתים או כאלו שהתפראו, ביחס לפעילות נמוכה לכאורה בשטחים פתוחים אחרים בארץ (ראו למשל שורק וחובריה 2019, שפירא וחובריו 2017), מדאיגה ורצוי לבחון האם וכיצד ניתן להתמודד עם תופעה זאת, בעיקר לאור העובדה כי מיני בר רבים עדיין נמצאים במרחב זה.

לכלבים שהתפראו פוטנציאל השפעה שלילי משמעותי על אוכלוסיות צבאים (Manor & Saltz, 2004). תפשטות שלהם דרומה ומזרחה מהשטחים המופרים לתוך השטחים הטבעיים השמורים עלולה להוות בעיה אמיתית לאוכלוסיות הצבאים באזור שמורת הדום השומרון, שמורת נחל שילה, ושטחי ציר הגבעות המזרחי שמצפון להן. בסקר זה אותרו צבאים רק בחלקים הדרום-מזרחיים של משפך צוואר הבקבוק 'עינת', אשר בו היתה הפעילות הנמוכה ביותר של כלבים. ניתן לזקוף את נוכחותם של הצבאים באזור זה גם לזכות הצמידות של מסדרון זה לשטחים טבעיים שחלקם שמורים ממערב, כולל שמורת נחל שילה בה אוכלוסיית צבאים גדולה (שפירא וחובריו 2019). את העדרם של צבאים מצווארי הבקבוק האחרים ניתן לייחס לרגישותו הגבוהה של מין זה לפעילות אדם (שורק וחובריה 2019) ולעובדה כי הצבאים מבודדים בחלקו המזרחי של השטח על ידי כביש שש המהווה מחסום משמעותי.

מקבוצת המכרסמים, הגדולה ביותר בין יונקי ישראל (והעולם) ביחד עם העטלפים, נצפו חמישה מינים בלבד: דרבן, גדול מכרסמי ישראל הממלא פונקציות שונות במערכת האקולוגית; עכבר וחולדה שהינם מינים מלווי אדם מובהקים ונחשבים למזיקים; ומריון מצוי וקוצן מצוי, שני מינים הנחשבים גם הם למלווי אדם. גרבילים שמאותרים בדר"כ בפלטות לא נצפו כלל. חולד א"י ונברן שדות, שני מיני מכרסמים נוספים הנחשבים

למזיקים ונמצאים בוודאי באזור הסקר, אינם נכנסים לפלטות בדרי"כ. תצפית זאת ממחישה את התופעה של ירידה במגוון המינים במערכות חקלאיות (Dudley & Alexander 2017; Clergue et al. 2005) ויכולה להיות התראה לגבי איכות השטח הנבדק והשפעתו השלילית על המגוון הביולוגי של מינים קטנים בעלי כושר הפצה מוגבל יחסית מחד, ודרישות אקולוגיות ספציפיות מאידך – כאמור נמצאו מינים מלווי אדם הנחשבים לכוללניים. בהקשר זה יהיה כדאי לבחון את חברות פרוקי הרגליים הקרקעיים בשטח הסקר. לעומת זאת, עצם הגילוי של קיפוד חולות בפלטות, מין של אוכל חרקים קטן, הוא ממצא מעודד, היות והוא מרמז כפי הנראה על כך שיש בשטח הסקר אוכלוסיה גדולה מספיק להתגלות בסקר מעין זה.

מבין היונקים הבינוניים גדולים, המין הנפוץ ביותר שנצפה, ובאופן משמעותי, היה התן הזהוב. זהו מין מתפרץ שאוכלוסיותיו גדלו מאוד בשנים האחרונות במקומות רבים (שורק וחובריה 2019). מעבר להיותו של התן מין עיקרי בישראל האחראי להעברת מחלת הכלבת ומין הגורם לנזקי חקלאות, יש לתנים השפעה על אוכלוסיות טבעיות. בין היתר מיוחסות לתנים השפעות שליליות על אוכלוסיות השועל המצוי בדרך של דחיקה תחרותית (Scheinin et al. 2006) והשפעה שלילית על אוכלוסיות צבאים (Shamoon et al. 2018). להמצאות של טורף כוללני במספרים גבוהים ובשטח מצומצם יחסית עלולות להיות השפעות שליליות על מינים רבים אחרים.

מספר תצפיות גבוה באופן יחסי של חזירים, עוד מין הנחשב כמתפרץ בשנים האחרונות, נובע בעיקר מאזור אחד, צוואר הבקבוק 'אייל', עם 120 תצפיות. הסבר אפשרי אחד הנו מעבר חזירים מוגבל מתחת לכביש שש (צוואר הבקבוק 'אייל' נמצא ממזרח לכביש). באזור הרי ירושלים לא נצפו חזירים במצלמות שביל שהונחו באתרים מצפון לכביש 1 (שורק וחובריה 2019). עם זאת, לאחר פתיחת המעבר האקולוגי העילי מעל לכביש 1 החלו להופיע חזירים בצילומים מאתרים אלו (המארג, מידע שלא פורסם). מנתוני המצלמות נראה כי חזירים משתמשים במעברים תחתיים, כפי הנראה בעצימות נמוכה. לאור העובדה שפעילות חזירי בר בשטחים עירוניים יכולה להתפתח לקונפליקט בין בעלי חיים אלו לבין האוכלוסיה האנושית (לדוגמה בעיר חיפה), כדאי לבחון את התפוצה שלהם במחוז מרכז באופן מעמיק יותר, לרבות הסיבות שבגינן נראה כי תפוצתם מוגבלת כרגע, ואת הפוטנציאל של האוכלוסיה לייצר קונפליקט לעיל בעתיד.

באופן כללי נראה כי ביחס לתצפיות בשטח הפתוח, יונקים בינוניים-גדולים השתמשו יחסית מעט במעברי כביש. ממצאים דומים מדווחים בדו"ח של רט"ג העוסק בנושא (רותם 2018). בעל החיים שהשתמש במעברים בתדירות הגבוהה ביותר, הן ביחס לנוכחותו בשטח הפתוח והן אבסולוטית, היה כלב הבית. יש מקום לבחון את ההשערה שנוכחותם הגבוהה של כלבים במעברי כביש מפחיתה את השימוש של חיות בר בהם, ולבחון שימוש באמצעים ממשקיים מתאימים (לדוגמה, היות וחלק ממעברי הכלבים הינם בלויית בעליהם, לשקול הסברה לבעלי כלבים לגבי הצורך להמנע מלעבור במעברים עם כלבים). היות והודגם כאן כי כלבים יודעים להשתמש היטב במעברי כביש, יש לייחס לאוכלוסיות כלבים – ולפיכך גם לאיומים שהן מייצגות – מוביליות גבוהה, גם בשטחים מקוטעים כדוגמת מחוז מרכז.

לא נמצא מודל שביכולתו להסביר היטב את הדגם המרחבי של השימוש במעברים, אך יש לזכור כי סקר זה לא תוכנן לענות על שאלה זו וניתוח זה בוצע באופן מזדמן. במידה ויש עניין במאפייני מעברים העשויים להשפיע על השימוש בהם, יש לתכנן סקר נפרד בהתאם. מבחינה עתית, ובדומה לממצאים קודמים (מליחי 2011), נראה שקיימת חלוקה של הפעילות במעברי כביש, במסגרתה חיות בר משתמשות במעברים בעיקר כאשר הללו נמצאים בשימוש מינימלי של אדם ו/או של חתולים וכלבים. רוב יונקי הבר הנם פעילי לילה (Gerkema et al. 2013), כאשר שיא הפעילות מתקיים לרוב בשעות הלילה המוקדמות. הממצאים שלנו מצביעים על כך כי ישנה הסטה של שיא הפעילות של יונקי בר לשעות מאוחרות יותר. הסטה זאת נמצאת בקורלציה לפעילות אדם מוגברת במעברים בשעות הערב המוקדמות יותר. ניתן להניח כי העתקת הפעילות לשעות הלילה המאוחרות

היא תוצאה של דחיקה על ידי פעילות אנושית, תופעה מוכרת מהספרות (Shamoon et al. 2018; Gaynor et al. 2018).

העובדה ששיעור גבוה מאוד מתצפיות הזוחלים זוהו על מצע טבעי (צמחיה חד שנתית, נשר עלים, עצים וכד'), ממחישה את חשיבות השמירה על משארים טבעיים, כולל שולי שדות, כבית גידול חשוב, ואולי אף מרכזי לזוחלים באזורי הסקר. העובדה כי נצפו מינים רבים של זוחלים עשויה להעיד על כך שלמרות הפרעות האדם מתקיימת הטרוגניות בבתי הגידול המאפשרת קיום מגוון וכי מזונם של מינים רבים מצוי במידה מספקת; עם זאת, נחוצה בדיקה מעמיקה יותר כדי לענות על השאלה האם מדובר באוכלוסיות ברות קיימא או בדינמיקת מקור-מבלע עבור מינים מסויימים.

מסקנות והמלצות מרכזיות

- מגוון המינים הגבוה יחסית שנצפה במהלך הסקר מעיד כי גם שטחים ברמת הפרעה גבוהה מהווים מערכת אקולוגית מורכבת. ממצא זה תומך במתן מעמד סטוטורי למסדרונות אקולוגיים השומרים על רצף של שטחים פתוחים במחוז ולשמירה עליהם מפני פיתוח³. שטחי המטעים למשל, נראים כחשובים במיוחד לזוחלים, ומהווים גורם חיובי מובהק להמצאות שנונית השפלה, מין בסכנת הכחדה חמורה.
- המשך ניטור של השטחים הפתוחים במחוז, בדגש על השימושיות שלהם הן כבתי גידול והן כמסדרונות אקולוגיים למעבר. אנו ממליצים על פיתוח ובניה של מערך ניטור שיבחון נושאים אלו באופן מיטבי.
- הרחבת סקרים וניטור לקבוצות מינים נוספות, בדגש על פרוקי רגליים, קרקעיים ומעופפים, עטלפים ועופות, זאת בכדי שניתן יהיה לקבל תמונה מלאה יותר על מצב הטבע בשטחים הנדונים.
- הרחבת הסקר כדי להתמקד בהבנת דפוסי השימוש המרחביים והעתיים במעברי כביש, למטרת גזירת מסקנות ממשקיות.
- לשקול ביצוע מחקר אשר יתמקד בשאלה של תפקוד המסדרונות עבור מינים חשובים (האם מתבצע מעבר וכמה). באופן אידיאלי, על מחקר זה לשלב אקולוגיה של תנועה וגנטיקה של אוכלוסיות.
- יישום של מגוון שיטות ניטור, כפי שנעשה בסקר זה, משלימות זו את זו ואנו ממליצים להמשיך באופן זה, כולל בחינה של שיטות נוספות.
- תוצאות סקר הזוחלים מצביעות, בהקשר האמור לעיל, על חשיבות השמירה על משאר טבעי, גם אם מדובר על שולי שטחים חקלאיים / מופרים. בהקשר זה שווה לשקול קידום פרקטיקות חקלאיות של ייצור שולי שדות עם צומח טבעי.
- תוצאות התצפיות בכלבים מעלות חששות להשפעתם השלילית על חיות הבר. בהתחשב במוביליות שלהם (שימוש רב במעברי כביש), כלבים מהווים איום פוטנציאלי על אוכלוסיות הצבאים ממזרח לכביש שש. אנו ממליצים לבחון את התופעה ואת השלכותיה האפשריות.
- אנו ממליצים לבחון את הדינמיקה של אוכלוסיות החזירים במחוז במטרה להבין את דגם הפיזור המרחבי שלהם, ובמטרה להעריך את הסיכונים של התפשטותם לסביבה העירונית.

³ כאמור, צווארי הבקבוק, כולל מעברים צרים מעברי כביש או חסימות מהצדדים) בסקר זה לא כוללים שטח בנוי שנחשב כאן לצורך העניין למחסום בלתי עביר. מכאן שמלבד צוואר הבקבוק של עינת, מעל 90% מצווארי הבקבוק מהווים שטחים חקלאיים.

תודות

לבוועז שחם ואיתי טסלר אשר ביצעו את סקר הזוחלים; לאסף בן-דוד וצוות "מקום מפגש" אשר ביצעו את סקרי העקבות והציבו את מצלמות המעברים; לחברת נתיבי ישראל ולחברת כביש חוצה ישראל על הרשות להציב מצלמות במעברי הכבישים שבאחריותן.

ביבליוגרפיה

- גבאי ע, זנזורי א (2019) בין הרצוי למצוי – דו"ח האיומים על המסדרונות האקולוגיים. החברה להגנת הטבע, ישראל. 218 עמודים.
- מסדרון אקולוגי מחוז מרכז. הוועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז מרכז, ישיבת מליאה מספר 2017011 (19.06.2017).
- מליחי י (2011) ניטור מבעברי בע"ח בכביש 6 קטע מחלף בן שמן – מחף אייל. רשות הטבע והגנים, ישראל. קפלן מ (2019) מסדרונות אקולוגיים בישראל – היבטים תכנוניים. אקולוגיה וסביבה, 10: 16-23.
- רותם ד (עורך) (2018) מעברים עיליים ותחתיים לבעלי חיים בישראל (כבישים ומסילות ברזל) תמונת מצב 2018. רשות הטבע והגנים הלאומיים.
- רותם ד, אנגרט נ, אלון ע, גולדשטיין ח, בן-נון ג (2015) מסדרונות אקולוגיים הלכה למעשה. רשות הטבע והגנים, ישראל. 61 עמודים.
- שורק מ, שפירא ע (עורכים) (2019) דו"ח מצב הטבע ישראל 2018. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בישראל, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- שקדי י, שדות א (2000) מסדרונות אקולוגיים בשטחים הפתוחים: כלי לשמירת טבע. רשות הטבע והגנים, ישראל. 40 עמודים.
- שפירא ע, שמון ה, דן ה (2019) סקר יונקים בינוניים-גדולים בשמורת שילה. דו"ח מסכם למחוז מרכז של רשות הטבע והגנים.
- שפירא ע, קאין ש, ינס א, בר-מסדה א, שמון ה (2017) השפעת דרך נוף על פעילות יונקים במרחב שיקמה, ישראל. דו"ח מסכם למחוז מרכז של רשות הטבע והגנים.
- Anderson A, Jenkins CN (2005) Applying Nature's Design: Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation. Columbia University Press, NY NY, USA. 256 p.
- Ayram CAC, Mendoza ME, Etter A, Salicrup DRSP (2015) Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography*, 40: 7-37.
- Ben David, A. (Makom Mifgash). (2020). Track plate. Available at: <https://makommifgash.org/tracks/145-track-plates>. Last accessed 19 January 2020.
- Clergue B, Amiaud B, Pervanchon F, Lasserre-Joulin F, Plantureux S (2009) Biodiversity: Function and Assessment in Agricultural Areas: A Review. In: Lichtfouse E, Navarrete M, Debaeke P, Véronique S, Alberola C (eds) Sustainable Agriculture. Springer, Dordrecht.

- Crooks KR, Burdett CL, Theobald DM, King SRB, Di Marco M, Rondinini C, Boitani L (2017) Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *PNAS*, 114: 7635-7640.
- Dudley N, Alexander S (2017) Agriculture and biodiversity: a review. *Biodiversity*, 18: 45-49.
- Gaynor KM, Hojnowski CE, Carter NH, Brashares JS (2018) The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360: 1232-1235.
- Gerkema MP, Davies WIL, Foster RG, Menaker M, Hut RA (2013) The nocturnal bottleneck and the evolution of activity patterns in mammals. *Proceedings of the Royal Society B*, 280: 20130508.
- Gilbert-Norton L, Wilson R, Stevens JR, Beard KH (2010) A meta-analytic review of corridor effectiveness. *Conservation biology*, 24: 660-668.
- Haddad NM et. al. (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1: e1500052.
- Hraoui-Bloquet S, Sadek R, Werner Y, Lymberakis P, Tok V, Ugurtas IH *et al* (2009) *Acanthodactylus schreiberi*. *IUCN Red List Threat. Species 2009 e.T61462A12489118*. Available at: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61462A12489118.en>. Last accessed 16 October 2019.
- Jongman RHG, Pungetti G (2004) *Ecological Networks and Greenways: Concept, Design, Implementation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 345 p.
- LaPoint S, Gallery P, Wikelski M, Kays R (2013) Animal behavior, cost-based corridor models, and real corridors. *Landscape Ecology*, 28: 1615-1630.
- Manor R, Saltz D (2004) The impact of free-roaming dogs on gazelle kid/female ratio in a fragmented area. *Biological Conservation*, 119: 231-236.
- Marrotte RR, Bowman J, Brown MGC, Cordes C, Morris KY, Prentice MB, Wilson PJ (2017) Multi-species genetic connectivity in terrestrial habitat network. *Movement Ecology*, 5: 21.
- Royle JA (2004) N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts. *Biometrics*, 60: 108-115.
- Scharf AK, Belant JL, Beyer Jr DE, Wikelski M, Safi K (2018) Habitat suitability does not capture the essence of animal-defined corridors. *Movement Ecology*, 6: 18.
- Scheinin S, Yom-Tov Y, Motro U, Geffen E (2006) Behavioural responses of red foxes to an increase in the presence of golden jackals: a field experiment. *Animal Behaviour*, 71: 577-584.
- Shamoon H, Maor R, Saltz D, Dayan T (2018) Increased mammal nocturnality in agricultural landscapes results in fragmentation due to cascading effects. *Biological Conservation*, 226: 32-41.
- Sólymos P, Lele S, Bayne E (2012) Conditional likelihood approach for analyzing single visit abundance survey data in the presence of zero inflation and detection error. *Environmetrics*, 23: 197-205.
- Sólymos P, Lele SR (2016) Revisiting resource selection probability functions and single-visit methods: clarification and extensions. *Methods in Ecology and Evolution*, 7: 196-205.

Wilson EO, Willis EO (1975) Applied biogeography. In Ecology and Evolution of Communities (Cody ML, Diamond JM, eds). Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, USA. Pp. 522-534.

נספחים

נספח 1

עושר והרכב המינים של יונקים על פי חתכי העקבות. למינים במשקל חתול ומטה יש להתייחס כהערכות חסר עקב איכות בינונית של המצע.

סה"כ	פורת	אייל	טירה	מזרח כפר סבא	עינת	מין (לטינית)	מין (עברית)
1	0	0	0	0	1	<i>Hyaena hyaena</i>	צבוע מפוספס
156	3	120	0	0	33	<i>Sus scrofa</i>	חזיר בר
4	0	0	0	0	4	<i>Gazella gazelle</i>	צבי ארץ-ישראלי
298	43	42	19	120	74	<i>Canis aureus</i>	תן זהוב
110	18	28	36	16	12	<i>Canis lupus familiaris</i>	כלב הבית
91	9	40	8	29	5	<i>Vulpes vulpes</i>	שועל מצוי
66	4	41	2	12	7	<i>Hystrix indica</i>	דרבן
39	12	13	9	5	0	<i>Lepus capensis</i>	ארנבת השדה
8	1	4	0	0	3	<i>Meles meles</i>	גירית מצויה
8	3	2	0	3	0	<i>Felis spp</i>	חתול
6	0	0	0	0	6	<i>Herpestes ichneumon</i>	נמיה מצויה
5	1	3	0	1	0	<i>Erinaceus concolor</i>	קיפוד מצוי
1	0	0	1	0	0	<i>Hemiechinus auritus</i>	קיפוד חולות
2	0	0	0	0	2	<i>Rattus spp</i>	חולדה
1	0	0	0	1	0	<i>Meriones tristrami</i>	מריון מצוי
2	0	0	1	1	0	<i>Mus spp</i>	עכבר
798	76	94	188	293	147		סה"כ פרטים
16	9	9	7	9	10		סה"כ מינים (עושר)
	7	7	5	5	8		עושר המינים שמעל למשקל חתול

מודלים שנבחנו עבור שפע של כלב הבית. נבחנו ששה תרחישים: התאמה למודל רגיל מול מודל מרובה אפסים (zero-inflated) כאשר בכל קבוצת מודלים כזו נבחנו שלושה מודלים: מודל עם שני חותכים (בחלק שמסביר את השפע ובחלק שמסביר את הסתברות הגילוי) ושני מודלים עם חותך יחיד (בחלק של השפע / בחלק של הסתברות הגילוי). המשתנים המסבירים הם פרופורציות של שימושי קרקע מתוך סך השטח ברדיוס 250 מ' מהחותך: מטעים, גידולי שדה, שטח בנוי, כבישים ושטח פתוח בלתי מעובד. כל אחד מששת המודלים הוא תוצר של תהליך רגרסיה אחורנית (backward regression) כאשר ההתחלה היא עם מודל רווי (מכיל את כל המשתנים). מודל מס' 5 הוא המודל הנבחר (ערך ה-AIC הנמוך ביותר, כלומר ההתאמה הגבוה ביותר).

No	Model	Zero inflated	Intercepts	df	AIC
1	count ~ agri_plantation + agri_field + roads + open track_quality	No	Both	10	170.96
2	count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + roads + open track_quality	No	Detection	9	180.5
3	count ~ agri_plantation + agri_field + roads + open -1 + track_quality	No	Abundance	10	171.04
4	count ~ agri_field monitors + track_quality	Yes	Both	16	176.33
5	count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open monitors + track_quality	Yes	Detection	13	161.2
6	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open -1 + track_quality	Yes	Abundance	11	175.58

מודלים שנבחנו עבור שפע תן זהוב. בוצע תהליך זהה לתהליך המתואר בטבלה מס' 6. מודל מס' 6 הוא המודל הנבחר (ערך ה-AIC הנמוך ביותר), אך באף אחד מהמודלים לא היו משתנים מובהקים סטטיסטית.

No.	Model	Zero inflated	Intercepts	df	AIC
1	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open + dog_abund monitors + start_time	No	Both	13	274.43
2	count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + open + dog_abund monitors + start_time + track_quality	No	Detection	14	270.68
3	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open + dog_abund -1 + monitors + start_time + track_quality	No	Abundance	17	274.48
4	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open + dog_abund monitors + start_time + track_quality	Yes	Both	18	266.24
5	count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + roads + open monitors + track_quality	Yes	Detection	14	270.01
6	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + dog_abund -1 + monitors + start_time + track_quality	Yes	Abundance	17	260.41

מודלים שנבחנו עבור שפע שועל מצוי. בוצע תהליך זהה לתהליך המתואר בטבלה מס' 6, אך היות ונצפו אפסים רבים בנתוני שועל מצוי נבחנו רק מודלים שהינם מרובי אפסים (zero-inflated). מודל מס' 2 הוא המודל הנבחר (ערך ה-AIC הנמוך ביותר).

No.	Model	Zero inflated	Intercepts	df	AIC
1	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open + dog_abund monitors + start_time	Yes	Both	14	147.3
2	count ~ -1 + agri_field + roads + open + dog_abund monitors + track_quality	Yes	Detection	14	124.1
3	count ~ agri_field + bldg_thin + open -1 + monitors + track_quality	Yes	Abundance	14	132.4

מודלים שנבחנו עבור שפע דרבן. בוצע תהליך זהה לתהליך המתואר בטבלה מס' 6. מודל מס' 6 הוא המודל הנבחר (ערך ה-AIC הנמוך ביותר).

No.	Model	Zero inflated	Intercepts	df	AIC
1	count ~ agri_field + bldg_thin monitors	No	Both	8	130.3
2	count ~ -1 + agri_field + bldg_thin + roads + dog_abund monitors	No	Detection	9	131.7
3	count ~ agri_plantation + bldg_thin + roads + open + dog_abund -1 + track_quality	No	Abundance	11	137.7
4	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + open + dog_abund monitors + start_time + track_quality	Yes	Both	18	113.4
5	count ~ -1 + agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads + dog_abund monitors + start_time + track_quality	Yes	Detection	16	126
6	count ~ agri_plantation + open + dog_abund -1 + monitors + start_time + track_quality	Yes	Abundance	15	106.1

נספח 6

עושר והרכב המינים של יונקים על פי פלטות עקבות. למינים מעל משקל של חתול יש להתייחס כהערכות חסר היות והם נכנסים לפלטות לעיתים נדירות.

סה"כ	פורת	אייל	טירה	מזרח כפר סבא	עינת	מין (מדעי)	מין (עברית)
1	1	0	0	0	0	<i>Canis aureus</i>	תן זהוב
3	2	1	0	0	0	<i>Vulpes vulpes</i>	שועל מצוי
1	1	0	0	0	0	<i>Hystrix indica</i>	דרבן הודי
12	2	2	1	2	5	<i>Felis silvestris</i>	חתול
6	1	1	0	0	4	<i>Herpestes ichneumon</i>	נמיה
7	1	0	0	4	2	<i>Erinaceus concolor</i>	קיפוד מצוי
2	1	0	1	0	0	<i>Hemiechinus auritus</i>	קיפוד חולות
31	2	9	1	11	8	<i>Rattus spp.</i>	חולדה
6	4	0	1	1	0	<i>Meriones tristrami</i>	מריון מצוי
9	0	1	0	4	4	<i>Acomys spp.</i>	קוצן
67	5	14	8	21	19	<i>Mus spp.</i>	עכבר
145	20	28	12	43	42		סה"כ
	10	6	5	6	6		עושר המינים
	7	5	5	6	6		עושר המינים ממשקל חתול ומטה

נספח 7

מודלים לינארים מוכללים שנבחנו עבור פעילות של חיות בר במעברי כביש. נבחנו מודלים במערך מקונן, כאשר המודל הרווי מכיל כמשתנים מסבירים את פעילות האדם (כולל רכב, אופניים, הולכי רגל, צאן וסוסים), פעילות כלבים וחתולים, וסוג המעבר. המודל הנבחר הוא מודל מס' 1.

No.	Model	df	AIC
1	wild ~ human * cat_dog + pass_type	3	72.1
2	wild ~ human * cat_dog	7	100.0
3	wild ~ human + cat_dog	8	115.2
4	wild ~ human	9	116.1
5	wild ~ cat_dog	9	133.4

המקדמים של המודל הנבחר (מודל מס' 1, נספח 7) עבור פעילות חיות בר במעברים.

Model formula: wild ~ human * cat_dog + pass_type				
Term	Estimate	Std. Error	Z value	P-value
Intercept	8512	992200	0.009	0.99316
Human	6.782	785	0.009	0.99311
Cat_dog	0.5269	0.1731	3.043	0.00234 **
Human * cat_dog	-3.405	392.5	-0.009	0.99308
Pass_type_underpass_unknown	-8510	992200	-0.009	0.99316
Pass_type_underpass_rectangular	-8509	992200	-0.009	0.99316
Pass_type_underpass_tubular	-8510	992200	-0.009	0.99316
Pass_type_viaduct	-8530	994600	-0.009	0.99316

מודלים שנבחנו עבור שפע של שנונית שפלה. המשתנים המסבירים הם פרופורציות של שימושי קרקע מתוך סך השטח ברדיוס 250 מ' מהחתך: מטעים, גידולי שדה, שטח בנוי וכבישים. שטח פתוח לא נכלל היות והוא השארית של שטחים אלה. טמפי' בצל שימשה כמשתנה מסביר של הסתברות הגילוי. מודל מס' 6 הוא המודל הנבחר (ערך ה-AIC הנמוך ביותר, כלומר ההתאמה הגבוה ביותר).

No.	Model	df	AIC
1	count ~ agri_plantation + agri_field + bldg_thin + roads temp_shade	8	131.1
2	count ~ agri_plantation + agri_field + roads temp_shade	7	128.8
3	count ~ agri_plantation + roads temp_shade	6	129.8
4	count ~ agri_plantation temp_shade	5	113.1