

סקירת מיני יונקים בסביבות בתי רשת בחבל לכיש וחוף הכרמל



אוגוסט 2021

כתיבה ועריכה: חן בן-צבי, ענת אידלמן דותן רותם ואסף בן-דוד
המחקר נערך בהזמנת ומימון חטיבת המדע ברשות הטבע והגנים.
הליווי המקצועי ברט"ג – דותן רותם, ד"ר יריב מליחי, צליל לבין ובן רוזנברג.
הצבת מדפסות העקבות נעשתה בסיוע אקולוגים ופקחים ברט"ג במרחב כרמל ומחוז מרכז.

חשיבותם של מסדרונות אקולוגיים נידונה בעשורים האחרונים בעשרות מאמרים המבקשים להצביע על חשיבותם לשמירת טבע בהיבט התיאורתי אך גם מבקשים לבחון את תפקודם בפועל של תאי שטח שונים שהוגדרו מסדרונות אקולוגיים. שטחי משוכות באנגליה ובאירופה (21), משארי יער בין חלקות חקלאיות (22), שטחים טבעיים הנתונים להשפעות אדם וכן שטחי חקלאות בהם מבוצעות פרקטיקות חקלאיות שונות (23).

מסדרונות אקולוגיים בחלקה המרכזי והצפוני מבוססים פעמים רבות על שטחי חקלאות. מידת האינטנסיביות המופעלת על השטח החקלאי עשויה להכתיב את רמת תפקודו כחוליה מקשרת במסדרון אקולוגי. עבודות קודמות הצביעו על כך כי עיבוד אקסטנסיבי מאפשר למינים רבים לעבור דרך השטח ואף לקיים בו אוכלוסיות ברות קיימא (24). בציוד השני של המנעד ישנם מבנים חקלאיים וחממות המהווים חסם כמעט מוחלט למעבר בעלי חיים. בין שתי האפשרויות שצוינו לעיל קיים מנעד רחב של עיבודים חקלאיים בשטחים פתוחים שמידת העבירות שלהם תלויה הן בסוג הצומח בחלקה והיותו גורם משיכה או דחיה למינים וכן שיטות העיבוד הרב שנתיות העונתיות ואופן הגידור של השטח. שיטות הצללה וגידול תחת רשתות צל משמשות שנים רבות בפרקטיקה החקלאית. בעשור האחרון נעשה שימוש אינטנסיבי בכיסוי גידולים מסיבות הקשורות להמניעת נזקים לחקלאות מצד בעלי חיים – חוליתנים אך בעיקר בשל שיפור משק מים והקטנת איזוי, אם באופן ישיר בגלל הצללה ואם באופן עקיף ע"י צמצום נזקי רוח לעלים וענפים שהפגיעה בהם גורמת לאיבוד מים לא מבוקר.

בשלוש השנים האחרונות נערכות תכניות מתאר מחוזיות חלקיות, למסדרונות אקולוגיים. במסגרתם מסומנים שטחים חקלאיים כמסדרונות אקולוגיים. חלק משטחים אלו מעובד תחת בתי רשת שאינם אטומים כמו חממות ומושארים בהם פתחים אם לצורכי איוורור ואם לצורך תנועת כלים חקלאיים על צירי תנועה. המחקר הנוכחי מבקש לבחון עד כמה שיטת הגידול תחת בתי רשת עדין מאפשרת את תפקוד השטח החקלאי כמסדרון אקולוגי.

השינוי הנופי של שטחים פתוחים טבעיים והמרתם בגידולים חקלאיים, מביא לשינוי בכיסוי הקרקע ובשימושי הקרקע, המוביל לירידה באיכותם ובכמותם של בתי גידול המתאימים לבעלי חיים בעולם. ירידה במגוון בתי הגידול מחייבת את יונקים להסתגל לזמינות משאבים חדשה, דבר המשפיע על מאפייני ההתנהגות וכך גם על הרכב החברה, צפיפות האוכלוסיה ושכיחות המינים.

המרחב הים-תיכוני הטבעי משתרע על פני רוב חלקה הצפוני של ישראל ומאופיין בקיץ ארוך חם ויבש ובחורף קצר, קר וגשום. מכאן שנוח לגדל בו מגוון רב של גידולים חקלאיים כגון גידולי שדה, פרדסים ומטעים בסוגי טיפול ובמבנים חקלאיים שונים. השטחים החקלאיים נפרסים על כ- 3,500 קמ"ר ברמות עיבוד שונות והם מהווים כ-17% מכלל שטחי ישראל.

גידולים חקלאיים אלה יוצרים קיטוע מרחבי של השטחים הפתוחים שבמרחב הים תיכוני. ראשית, בשטחי חקלאות אלה ישנם סוגים רבים של גדרות המיועדות למנוע מיונקים כניסה לשטח החקלאי והנאה מפירותיו. שנית, בשטחי חקלאות אלה ישנן חממות ובתי רשת המונעים מיונקים גישה לגידולים המצויים בתוכם. עם זאת ישנם גם שטחים חקלאיים פתוחים וככאלו הם בעלי חשיבות בשמירת הטבע בישראל. רוב מיני היונקים משתמשים בשטחים החקלאיים למעבר, שיחור מזון ומנוחה, אך בשטחים הטבעיים לרוב ישתמשו בבית גידול ומחבוא. גם סוג הגידול ודרך עיבודו משפיעים על תפוצת המינים שבסביבתו כך שנראה שוני בין תפוצת המינים במטע פתוח, בגד"ש, בחממה או בבתי רשת. אופי עיבוד

הגידולים החקלאיים משפיע גם על זמינות הטרף למשל חברת החרקים והמכרסמים שבסביבה, וכך גם על תפוצת הטורפים.

ישנם מינים שהשטחים החקלאיים משמשים אותם כבית גידול משמעותי כמו ארנבת מצויה (*Lepus capensis*) הניזונה מעלים צעירים ופירות, והקיפוד מצוי (*Erinaceus concolor*) אשר עבורם זוהי נישה אקולוגית משמעותית במרחב הים-תיכוני (1).

על מנת לתכנן תכנית ממשק לשמירת טבע יעילה יש חשיבות גבוהה בהבנת השפעת הפרקטיקה החקלאית על דגמי התפוצה של כמה מיני יונקים המהווים אינדיקטורים לאיכות בית הגידול באזור. לשם כך, בסקר זה, נבחנה ההשפעה של מבני החקלאות מסוג בתי רשת בהם מתאפשרת מעבר של יונקים קטנים וגדולים מתחת לרשתות ואף מעליהם. סקירה של תפוצת מיני יונקים באמצעות איתור עקבותיהם בתוך שטחי בתי רשת, ישמש להעמקת הידע על תפוצה של יונקים בסביבה הים-תיכונית וייתן מענה האם בתי הרשת משמשים את יונקים או מהווים פרגמנטציה נוספת של השטחים הטבעיים שמסביב.

שיטות

שטח הניטור

הסקר לבדיקת תפוצת מיני יונקים נערך בחודשי קיץ 2021 בשטחים חקלאיים מסוג בתי רשת על אדמות מושב לכיש, בקיבוץ גבים ובחוף הכרמל. כל שטחי הסקר שנבחרו הם בבתי רשת אשר משמשים לגידול בננות, גפנים. ישובים אלו שתי הישובים יושבים בתוך החבל הגיאוגרפי הים-תיכוני של ישראל.

חבל לכיש הינו הקצה הדרומי של החבל הים תיכוני. הוא מאופיין בשיחיות גבוהות עם כתמים של חורש ימתיכוני ויער פארק של חרוב. תשתית הסלע של קירטון ונארי יוצרת בסיס טוב למערות ומאורות ליונקים. באיור 1 ובאיור 2 (בנספח) ניתן לראות את אזור הסקר סביב מושב לכיש. השטח מאופיין בריבוי כתמים טבעיים מסביב לשטחים החקלאיים, עם מיעוט תשתיות של דרכים קווי מתח וישובים נוספים. לעומתו קיבוץ גבים מוקף בשטחים חקלאיים רבים עם מעט שטחים טבעיים (איור 2). בשטחים חקלאיים שנסקרו הגידולים העיקריים בבתי הרשת הם כרמי גפנים בלכיש ומטעי בננות בגבים.

חוף הכרמל הינו אזור משורי אליו מתנקזים ערוצי נחלים רבים בדרכם מרכז הכרמל אל הים, אך נאספים בהרבה מהמקרים במאגרי מים מלאכותיים המשמשים לאחר מכן להשקיית השדות. שטח הסקר בחוף הכרמל חולק לשלושה תתי אזורים: דיגום שבוצע ליד קיבוץ החותרים (איור 3), קיבוץ עין הכרמל (איור 4) ומושב עין איילה (איור 5). ניתן לראות שחלק מהסקר בוצע בקרבה לשטחים הטבעיים שממזרח לכביש 4 וחלקו בוצע ממערב לכביש 4 בו פעילות האדם אינטנסיבית יותר.

לצורך בחינת תפוצת מיני יונקים שולבו שתי שיטות שונות לאיתור וכימות על סמך זיהוי עקבות, סקר מדפסות עקבות וסקר חתכי עקבות. שיטות אלו נבדלות ביכולת האיתור של מיני יונקים בהתאם לגודלם ולתוואי הקרקע עליהם הם משאירים עקבות. שילוב של שתי שיטות אלו מאפשר לאתר מגוון יונקים גדולים בינוניים בחתכי העקבות ויונקים קטנים במדפסות.



דוגמא לחיפוי גידולי בננות ברשתות יעודיות - "בית רשת". צליל לבין.

מדפסת עקבות

מדפסת העקבות הינה משטח מלאכותי שנועד לאסוף עקבות של בעלי חיים ברזולוציה גבוהה. המתקן מורכב משלושה משטחי עץ היוצרים מנהרה ובתוכם פחם וטפט דביק כאשר פיתיון מונח במרכז הטפט. החיה מתהלכת על הפחם ומטביעה את רגלה על משטח הטפט המשמר את ההטבעה מפגעי מזג האוויר (2). שימוש במדפסת העקבות מאפשר תיעוד נוכחות של בעלי חיים גם כשתוואי השטח לא מאפשר הטבעת עקבות וזאת ללא פגיעה בפעילות יונקים ובשגרת השטח ולפיכך ניתן להשאיר בשטח למשך מספר ימים. במהלך סקר זה, צוות שהוכשר מטעם רט"ג פיזר ואסף 200 מדפסות בשטחי בתי רשת בחבל לכיש ובחוף הכרמל. המדפסות הושארו כ-7 ימים בשטח טרם נאספו. פענוח העקבות בוצע ע"י אסף בן-דוד.

חתכי עקבות

חתכי עקבות נעשו לאורך דרכי עפר מסביב לבתי הרשת. כל חצייה של יונק הגדול מקיפוד נרשמה. הניתוח שביצענו מתבסס על משוואת Formozov-Malyshev-Pereleshin (FMP) המאפשר להעריך את צפיפות האמיתית מחתכי עקבות אקראיים. הנוסחה של ה FMP מחשבת את צפיפות הפרטים לקמ"ר באמצעות שימוש בתנועת בעלי חיים וספירת העקבות בחתכי שטח אקראיים (3). חישוב הצפיפות (D) נעשה על בסיס ספירה של שבילי העקבות של מין מסויים (X) חלקי המכפלה בין אורך החתכים הכולל (S) וטווח התנועה היומי של המין בק"מ (M), ומתוקנן בעזרת הכפלה בחצי פאי (לפי ההנחה שטווח השיטוט הוא בעל אופי מעגלי בקירוב באזור 'הבית' של המין).

$$D = \frac{X}{SM} \times \frac{\pi}{2}$$

בעשורים האחרונים השיטה תוקפה ע"י כמה מחקרים באמצעות השוואת הממצאים למודלים מתמטיים (4), השוואה לשיטות ניטור נוספות כמודל Distance (5) ומצלמות שביל (6). מכיוון שבסקר זה חתכי העקבות אינם אקראיים אנו משתמשים בחתכים כאינדקס להערכת פעילות היונקים באתרים שנסקרו. טווחי התנועה היומיים של כל המינים שנסקרו בשטח נלקחו מנתוני תנועה מהספרות מדעית.

ניתוח נתונים

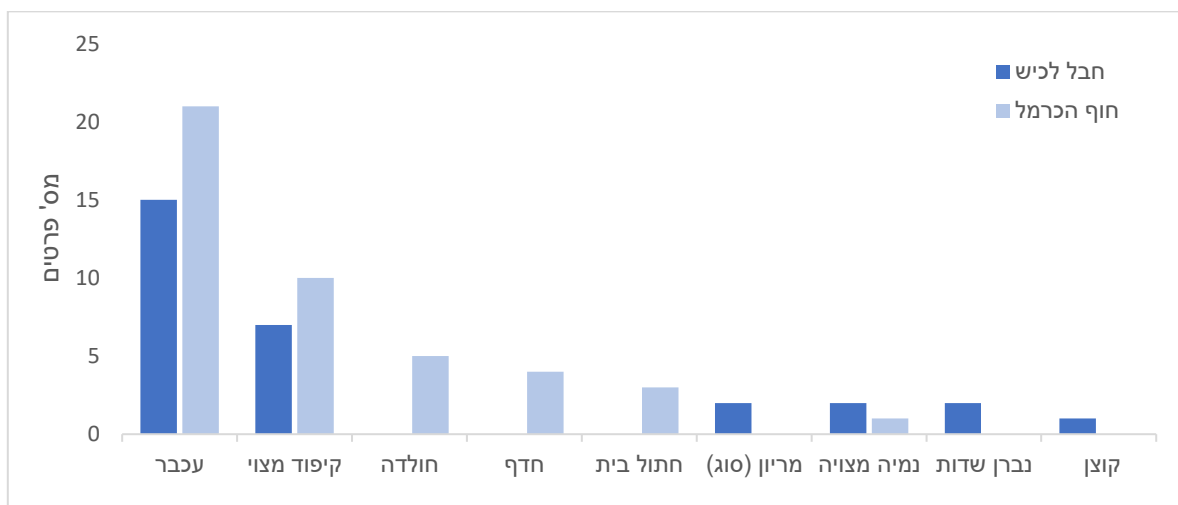
לצורך בחינה של השפעת משתנים סביבתיים על תפוצת מיני יונקים בקרבת בתי הרשת, כל מדפסת עקבות נלקחה כאתר בו נתקבלו נתוני נוכחות ואי-נוכחות עבור כל מין, עקב כך נתוני הסקר עתירי חוסר-נוכחות. על התוצאות ביצענו מבחן במודל General Linear Model (GLM) בינומי עם התאמות לנתונים עתירי חוסר נוכחות (zero-inflated) (7,8), מחבילת Vegan 2.4-6 (9) בתוכנת RStudio (10), עם התאמות המבחן בוצע עבור כל מין בנפרד מול כלל הגורמים הסביבתיים. על התוצאות בוצע מבחן ANOVA, בכדי לבדוק השפעות של משתנים סביבתיים שונים. ניתוח הגורמים הסביבתיים המשפיעים על תפוצת יונקים נבדק על נתוני מדפסות העקבות וגם על נתוני החתכים וכלל את הגורמים הבאים: מרחק מהאזור המבונה הקרוב ביותר וסוגו, מרחק ממאגרי מים, נחלים, מרחק מכבישים ואיזה כביש (נתונים מפרוייקט OSM) (11). בשל גודל מדגם קטן יחסית לחלק מהמינים בוצע ניתוח סטטיסטי נוסף להערכת השפעת

המשתנים הסביבתיים על החברה. מבחן Principal Component Analysis (PCA), עם התמרת Heldinger שמטרתו לפשט את מערך נתונים רב מימדי למערך דו מימדי וכך מאפשר לחקור את הרכב החברה. לשם כך השתמשנו בחבילת tidyverse 1.3.0 (12) בתוכנת RStudio.

תוצאות

מדפסת עקבות

בחבל לכיש תועדו במדפסת עקבות נוכחותם של 8 מיני יונקים (גרף 1): עכבר (סוג) (*Mus spp*), לטאה (סוג) (*Sauria spp*), נמייה מצויה (*Herpestes ichneumon*), מריון מצוי (*Meriones tristrami*), נברן שדות (*Microtus guentheri*), קיפוד מצוי (*Erinaceus concolor*) ושוועל מצוי (*Vulpes vulpes*). סה"כ בסקר זה אותרו 34 עקבות ב-98 מדפסות עקבות. מיקומי נוכחות הפרטים שנסקרו בבתי רשת של מושב לכיש (איור 1 – איורים מוצגים בנספח) ושל קיבוץ גבים (איור 2). בחוף הכרמל תועדו במדפסת עקבות נוכחותם של המינים הבאים (גרף 1): חדף (סוג) (*Soricidae spp*), חולדה (סוג) (*Rattus spp*), חתול הבית (*Felis silvestris*), נמייה מצויה (*Herpestes ichneumon*), עכבר (סוג) (*Mus spp*) וקיפוד מצוי (*Erinaceus concolor*). סה"כ בסקר זה אותרו 46 עקבות ב-43 מדפסות עקבות שונות. מיקומי הפרטים שנסקרו בבתי רשת של קיבוץ החותרים (איור 3), קיבוץ עין הכרמל (איור 4) ומושב עין איילה (איור 5). מכיוון שלא ניתן לבצע זיהוי פרטני מהעקבות עבור כל המינים שנמצאו, יתכן כי חלק מהתצפיות מייצגות יותר מפרט אחד.



גרף 1. מיני יונקים וכמות פרטים שנמצאו במדפסות העקבות בחבל לכיש וחוף הכרמל.

מודל GLM להסברת המשתנים המשפיעים על תפוצת היונקים הקטנים

תוצאות מודל GLM ו ANOVA הראו מספר גורמים סביבתיים המשפיעים על תפוצת מיני יונקים בבתי רשת (טבלה 1). עקב גודל המדגם, מבחן סטטיסטי בוצע רק עבור עכבר (סוג) וקיפוד מצוי. בחבל לכיש העכבר (סוג) הושפע בצורה שלילית ממרחק ממקור מים, ממאגר מי קולחין של לכיש. הקיפוד מצוי אותר בקרבה לכביש 6 ונוכחות המין הושפעה בצורה חיובית ממרחק מיישובי אדם, ככל שהמרחק ירד כך עלתה נוכחותם. גם בחוף הכרמל, העכבר והקיפוד מצוי נמצאו בגודל מדגם מתאים. עבור עכבר (סוג), הנוכחות היתה גבוהה יותר בצידו המערבי של כביש 4 הקרובה לשטחים החקלאיים ויישובי אדם, ונוכחותו הושפעה בצורה שלילית ממרחק ממקורות

מים. גם הקיפוד מצוי אחר בעיקר בצידו המערבי של כביש 4, בנוסף נוכחות המין הושפעה בצורה שלילית ממרחק מיישובי אדם, ככל שהמרחק גדל כך עלתה נוכחותם.

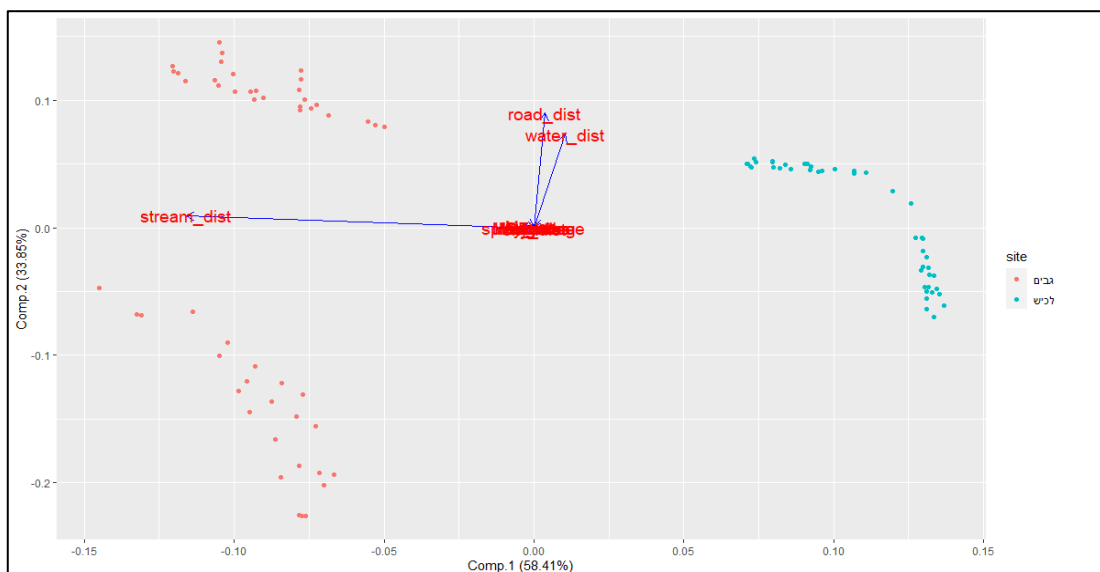
טבלה 1. תוצאות מודל ANOVA ו-GLM לניתוח השפעת משתנים סביבתיים על תפוצת מיני יונקים בבתי רשת במהלך סקרי מדפסות עקבות בחבל לכיש וחוף הכרמל.

אתר	שם עברי	שם מדעי	מס פלטות עם נוכחות	משתנים סביבתיים	p-value	השפעה
חבל לכיש	עכבר (סוג)	<i>Mus spp</i>	15	מרחק ממקור מים	P<0.05	שלילי
	קיפוד מצוי	<i>Erinaceus concolor</i>	7	מרחק מיישוב אדם	P<0.001	חיובי
				מספר כביש	P<0.001	כולם בקרבת כביש 6
חוף הכרמל	עכבר (סוג)	<i>Mus spp</i>	21	מרחק ממקור מים	P<0.001	שלילי
	קיפוד מצוי	<i>Erinaceus concolor</i>	10	מרחק מיישוב אדם	P<0.001	שלילי
				מזרח/מערב של כביש 4	P<0.001	מערב
				מרחק ממקור מים	P<0.001	שלילי

ניתוח נתונים לפי שיטת PCA

מתוצאות מודל PCA עבור חבל לכיש ניתן לראות שכמעט 60% מהשונות בתפוצת המינים מוסברת באמצעות הבדל בין אתרי הדיגום השונים של לכיש וגבים כשהמרחק מכבישים ומקורות מים הם המשתנים הסביבתיים המשפיעים בשני אתרים אלו (גרף 2).

מתוצאות מודל PCA עבור חוף הכרמל ניתן לראות שכ-80% מהשונות בתפוצת המינים מוסברת. גם ההבדל בין 3 אתרי הדיגום השונים וגם צידי הכביש הם גורמים המסבירים את תפוצת המינים במרחב. ניתן לראות שאתר הדיגום בקרבת החותרים מושפע בעיקר מהמרחק מכביש 4 ואתרי הדיגום בעין הכרמל ועין איילה מושפעים בעיקר מהמרחק מיישובי אדם וניתן לראות שהמינים בקרבת יישובים אלו מרוכזים בצד המערבי של כביש 4 (גרף 7 - בנספח).



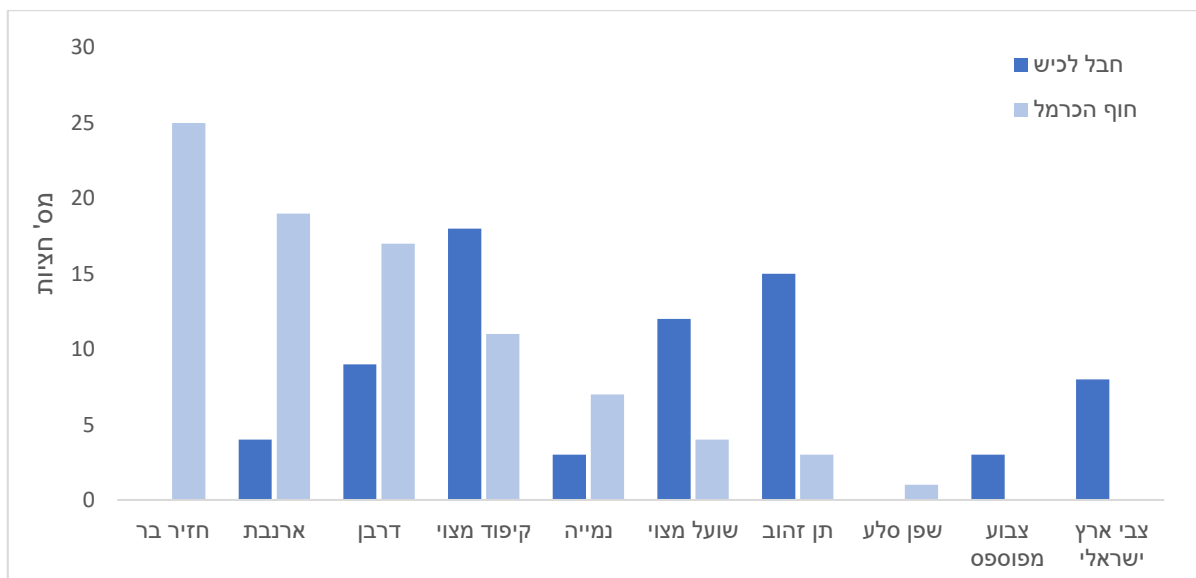
גרף 2. תוצאות מודל PCA לממצאי מדפסות עקבות בחבל לכיש. ניתן לראות שני מקבצים נפרדים של לכיש וגבים. ניתן לראות שהשונות של המינים במרחב מוסברת בעיקר בהבדל בין 2 האתרי דיגום השונים - לכיש וגבים, והגורמים הסביבתיים השונים בכל אחד.

חתכי עקבות

במהלך הסקר בחבל לכיש נבחרו אקראית 5 חתכי עקבות בהם תועדו 80 עקבות של 14 מיני יונקים (גרף 3): עבבר (סוג) (*Mus spp*), נמייה מצויה (*Herpestes ichneumon*), צבי ארץ-ישראלי (*Gazella gazella gazella*), קיפוד מצוי (*Erinaceus concolor*), תן זהוב (*Canis aureus*), צבוע מפוספס (*Hyaena hyaena*), דרבן (*Hystrix indica*), ארנבת (*Lepus capensis*), גירית מצויה (*Meles meles*), שועל מצוי (*Vulpes vulpes*), כרוון (*Burhinus oedicephalus*), חוגלה (*Alectoris chukar*) וקרפדה ירוקה (*Bufo viridis*).

במהלך הסקר בחוף הכרמל נבחרו אקראית 8 חתכי עקבות בהם תועדו 91 עקבות של 10 מיני יונקים (גרף 2): נמייה מצויה (*Herpestes ichneumon*), קיפוד מצוי (*Erinaceus concolor*), תן זהוב (*Canis aureus*), דרבן (*Hystrix indica*), ארנבת (*Lepus capensis*), שועל מצוי (*Vulpes vulpes*), חזיר בר (*Sus scrofa*), שפן סלע (*Procavia capensis*), כלב (*Canis familiaris*) וסוס (*Equus ferus caballus*). בסקר בבית הרשת אף אותרה פעילות של סמור משויש (*Vormella peregusna*) שביצע מספר כניסות ויציאות לשטח בית הרשת.

מכיוון שלא ניתן לבצע זיהוי אינדיבידואלי מהעקבות עבור כל המינים שנמצאו, יתכן כי חלק מהתצפיות מייצגות יותר מפרט אחד. ומיקומי הפרטים שנסקרו בבתי רשת ניתן לראות באיורים 8-11.



גרף 3. מיני יונקים וכמות הפרטים שאותרו בסקר חתכי עקבות בחבל לכיש וחוף הכרמל.

ניתוח נתונים במודל GLM

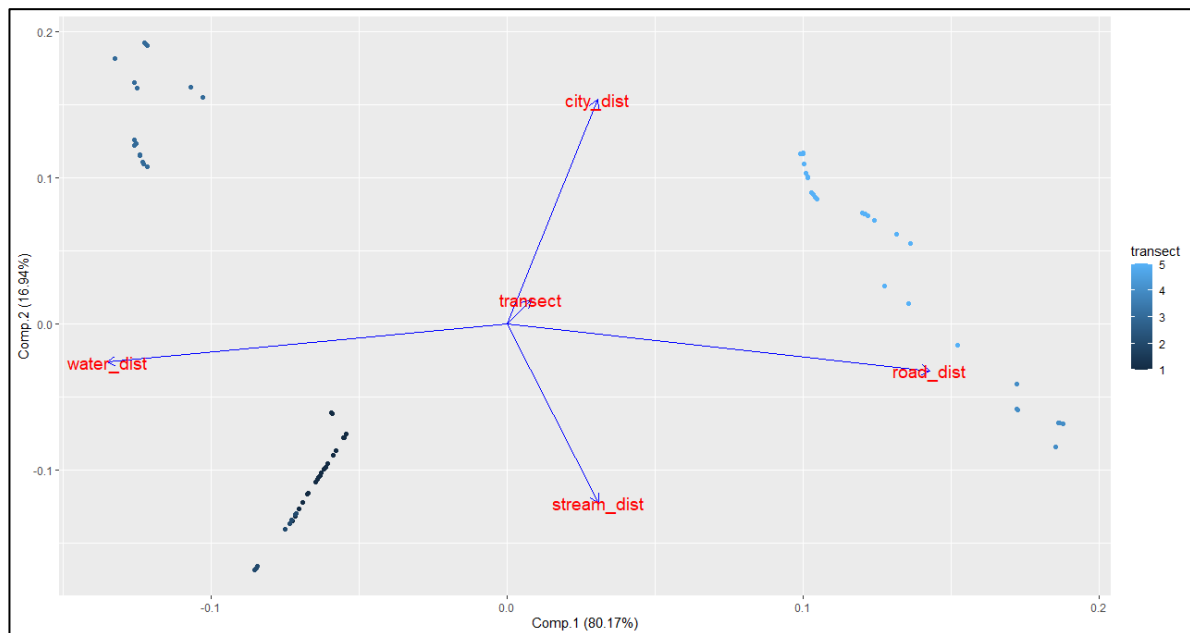
תוצאות מודל GLM הראו מספר גורמים סביבתיים בעלי השפעה מובהקת על תפוצת המינים בבתי הרשת בחבל לכיש. מבחן הסטטיסטי בוצע רק עבור מינים עם גודל מדגם מעל 8 פרטים, ובטבלה 2 ניתן לראות רק מינים בהם התקבלו תוצאות מובהקות סטטיסטית. בבתי הרשת בחבל לכיש, עבור קיפוד מצוי ניתן לראות נוכחות גבוהה יותר ככל שמתקרבים לכביש 6. עבור דורבנים נמצאה השפעה שלילית של המרחק ממקור מים (מאגר מי קולחין של לכיש) על הנוכחות שלהם בבתי רשת, ככל שהמרחק גדל כך יש עלייה בנוכחותם. עבור המינים בבתי הרשת של חוף הכרמל ניתן לראות שלקיפוד מצוי וחזיר הבר נוכחות גבוהה יותר בצד המזרחי של כביש 4 בקרבה לשטח הטבעי.

טבלה 2. תוצאות מודל ANOVA GLM לניתוח משתנים סביבתיים על תפוצת מיני יונקים בבתי רשת, לפי נתוני חתכי עקבות.

ניתוח נתונים לפי שיטת PCA

שם עברי	שם מדעי	מספר חציות שביל	משתנים סביבתיים	p-value	השפעה
חבל	<i>Erinaceus concolor</i>	18	מספר כביש	0.049	ליד כביש 6
לכיש	<i>Hystrix indica</i>	9	מרחק ממקור מים	0.003	שלילי
חוף	<i>Erinaceus concolor</i>	11	קרבה לשטח טבעי	0.024	מזרח
הכרמל	<i>Sus scrofa</i>	25	קרבה לשטח טבעי	0.034	מזרח

תוצאות מודל PCA בחבל לכיש הראו שכ-96% מהשונות המשותפת מוסברת באמצעות ההבדלים במשתנים הסביבתיים המאפיינים את החתכים השונים. ניתן לראות שהמשתנה העיקרי המשפיע בצורה חיובית על תפוצת המינים הוא המרחק מישובי אדם. בחתך 4-5 מושפעים בצורה חיובית ממרחק מכבישים, ואילו בחתכים 1-3 המרחק ממקורות מיישובי אדם הוא הגורם הסביבתי העיקרי (גרף 4). בחוף הכרמל לא ניתן היה להסביר את תפוצת מיני יונקים באמצעות המשתנים הסביבתיים השונים שבכל חתך.



גרף 4. תוצאות ניתוח PCA של חתכי עקבות בחבל לכיש.

ניתוח נתונים לפי שיטת FMP

לצורך ניתוח צפיפות של מיני יונקים בסביבת בתי הרשת של מושב לכיש, בוצעו 5 חתכים כשאורכם הכולל הוא 3.325 ק"מ. עקב גודל המדגם, מבחן FMP בוצע רק על חלק מהמינים שאותרו. **בשגיאה! הפניה עצמית לא חוקית לסימניה.** ובגרף ניתן לראות ממצאי סקר חתכי עקבות לפיהן התן זהוב הוא בעל הצפיפות הגבוהה ביותר בשטחי בתי הרשת. לצורך ניתוח צפיפות של מיני יונקים בסביבת בתי הרשת בחוף הכרמל, בוצעו 8 חתכים כשאורכם הכולל הוא 10.749 ק"מ. עקב גודל המדגם, מבחן FMP בוצע רק על חלק מהמינים שאותרו. **בשגיאה! הפניה עצמית לא חוקית לסימניה.**

ובגרף ניתן לראות ממצאי סקר חתכי עקבות שהארנבת בעלת הצפיפות הגבוהה ביותר בשטחי בתי הרשת בחוף הכרמל.

טבלה 3. ממצאי סקר חתכי עקבות לבדיקת השפעת בתי רשת על צפיפות מיני יונקים בחבל לכיש. צפיפות גבוהה ביותר נמצאה אצל התן ואחריו הדרבן והארנבת.

שם עברי	גידולי שדה עיקריים	גזרה	סהכ עקבות (X)	טווח תנועה יומי (M)	אורך חתך (S)	אינדקס צפיפות (D)
תן זהוב	גפנים	לכיש	15	1.7	3.325	4.166
שועל מצוי	גפנים	לכיש	13	7.71	3.325	0.796
דרבן	גפנים	לכיש	9	1.5	3.325	2.833
ארנבת	גפנים	לכיש	4	0.872	3.325	2.166
קיפוד	גפנים	לכיש	18	12.3	3.325	0.691
נמייה	גפנים	לכיש	3	0.842	3.325	1.682
צבוע מפוספס	גפנים	לכיש	3	10.7	3.325	0.132
גירית מצויה	גפנים	לכיש	3	7	3.325	0.202
צבי ארץ ישראלי	גפנים	לכיש	8	3.66	3.325	1.032

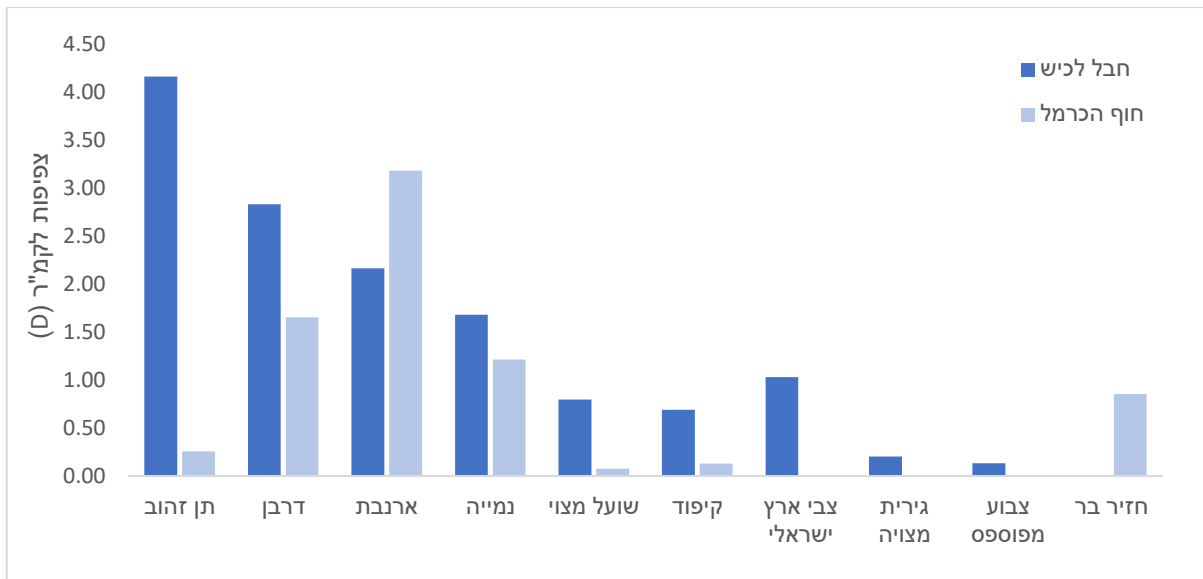
טבלה 4. ממצאי סקר חתכי עקבות לבדיקת השפעת בתי רשת על צפיפות מיני יונקים בחוף הכרמל. צפיפות גבוהה ביותר נמצאה אצל ארנבת ואחריו הדרבן והנמייה.

שם עברי	גידולי שדה עיקריים	גזרה	סהכ עקבות (X)	טווח תנועה יומי (M)	אורך חתך (S)	אינדקס צפיפות (D)
תן זהוב	בננות	כרמל	3	1.70	10.749	0.258
שועל מצוי	בננות	כרמל	4	7.71	10.749	0.076
דרבן	בננות	כרמל	17	1.50	10.749	1.655
ארנבת	בננות	כרמל	19	0.87	10.749	3.183
קיפוד מצוי	בננות	כרמל	11	12.30	10.749	0.131
נמייה מצויה	בננות	כרמל	7	0.84	10.749	1.214
חזיר בר	בננות	כרמל	25	4.27	10.749	0.855

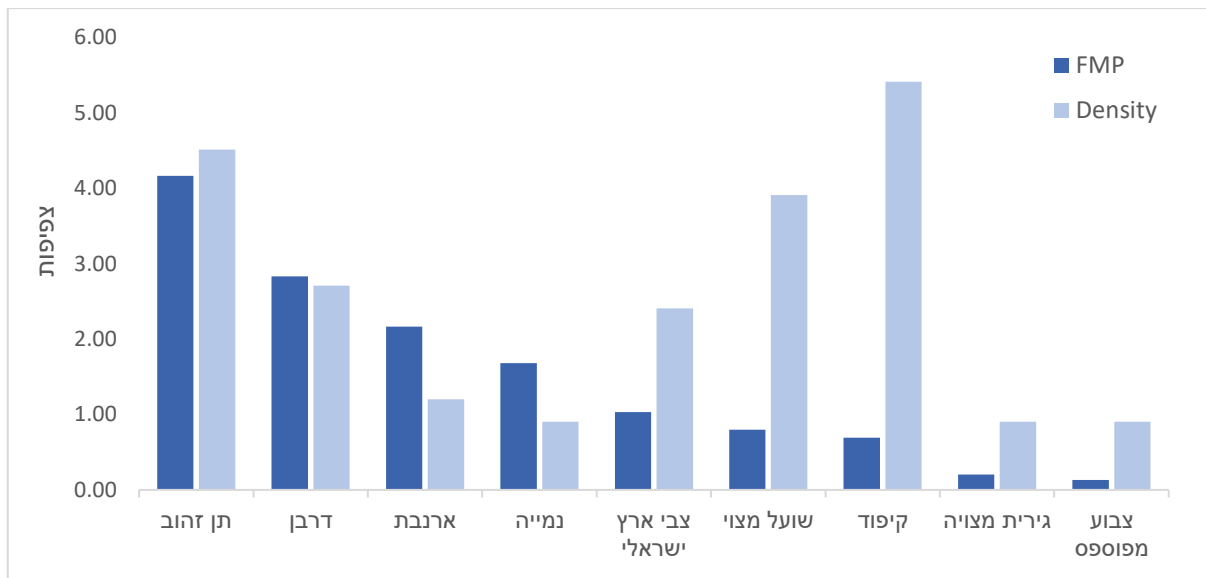
השוואה בין סקר לכיש וחוף הכרמל

מהשוואת סקר חתכי עקבות בלכיש וחוף הכרמל עולה כי ישנה שונות בין תוצאות מודל FMP. ניתן לראות שצפיפות המינים לקמ"ר אצל חמישה מתוך ששת המינים (מלבד הארנבת המצויה) המשותפים לשני האתרים השונים גבוהה יותר בלכיש. יובהר כי חזיר בר הנמצא בצפיפות גבוהה בכרמל לא הוכנס בהשוואה כי אינו נמצא בחבל לכיש. כמו כן, עולה כי הארנבת המצויה נמצאת בכרמל בצפיפויות גבוהות יותר (גרף 5). יחד עם זאת, ניתן לראות שהארנבת, הדרבן והנמייה הם מינים נפוצים בשני הסקרים.

לצורך הערכת מהימנות משוואת FMP בוצע חישוב צפיפות מינים סטנדרטי (Density) בחבל לכיש (גרף 6). ניתן לראות שהקיפוד המצוי הוא המין עם הצפיפות הגבוהה יותר, בשונה מחישוב משוואת FMP.



גרף 5. הערכת צפיפות מיני יונקים הנפוצים בחבל לכיש ובחוף הכרמל המחושבת לפי נוסחת FMP.



גרף 6. חישוב סטנדרטי של צפיפות מינים ליח' שטח (Density) בהשוואה לחישוב הצפיפות לפי משוואת FMP (כחול בהיר).

בשטחי בתי הרשת בחבל לכיש נמצאו בסה"כ 17 מיני יונקים ובחוף הכרמל נמצאו בסה"כ 15 מיני יונקים. בחוף הכרמל בלטה נוכחות חזירי הבר ואף שפי סלע אך נעדרו ממנו הצבי והצבוע. ככל הנראה הבדלים אלו הנובעים בעיקר מאופי השטחים הטבעיים שליד בתי הרשת.

המצאי בחוף הכרמל במדפסת עקבות כלל פעילות משמעותית של אוכלי חרקים כחדפים וקיפוד מצוי. במטעים הבוגרים. יתכן שגידולי הבננות העשירים בחומר אורגני ולחות נותנים סביבה אידיאלית לשיגשושג מינים אלו. מצאנו כי הקרבה לכבישים משפיעה בצורה חיובית על תפוצת יונקים בחוף הכרמל ובחבל לכיש. דרכים הן גורם ידוע המשפיע בצורה שלילית על יונקים לא רק ע"י התנגשות או כמחסום גנטי ודמוגרפי אלא גם כמחסום התנהגותי. אך יחד עם זאת, ישנם מחקרים שהראו שדרכים מעודדות פעילות אנושית ונמצאים בקורלציה לבינוי ואלה מייצרים בתי גידול חלופיים המועדפים על יונקים כשהמשאבים בסביבה הטבעית נמצאים בזמינות נמוכה (13). בעיקר נמצא הבדל בין מינים קומונסלים התלויים במשאבים מבני אדם לבין מינים המתרחקים מפעילות בני אדם וכך גם מכבישים (13). גם במחקר נוסף שנעשה במטעי גפנים בבקעת הנדיב (14), מיני יונקים הראו שונות עונתית בדגמי הפעילות כאשר ישנה העדפה מובהקת לקרבה לשטחים החקלאיים בעונת הקיץ. ממצאי סקרי העקבות בלכיש וגם בכרמל שנערכו בעונת הקיץ ניתן לראות שתפוצת יונקים בעונה זו, נוטה להתרכז בקרבה לשטחים החקלאיים ולשם כך הם מתקרבים יותר לכבישים ויישובי האדם.

גם במחקר שנעשה בבקעת הנדיב וגם בסקר זה בלכיש נמצא שבעונת הקיץ בהם זמינות המשאבים נמוכה, נצפתה פעילות גבוהה של תנים בשדות חקלאיים שהתרכזה ליד יישובי אדם. נמצא שהתן מושפע בצורה חיובית מפעילות אנושית (13) ורשות הטבע והגנים מדווחים על התן הזהוב כמין מתפרץ (15). לעומת זאת, השועלים נמנעים מאזור הפעילות של התנים בעונת הקיץ ומגבילים את הפעילות שלהם לאזור השוליים ולפיכך ניתן לראות תצפיות מועטות של שועלים ביחס לתנים ($D=0.796$, טבלה 3) (14). לעומת זאת, בסקר חוף הכרמל נמצאו פרטים בודדים של תנים ושועלים (4 ו-3 בהתאמה) יתכן שהדבר נובע מההבדל בסוג הגידול והפנולוגיה של הפרי.

הדרבן הנחשב כמין מלווה חקלאות ואף כמזיק (16), נמצא בבתי הרשת בלכיש ובכרמל בצפיפויות גבוהות בהתאם לממצאים מרמת הנדיב (13). לעומת זאת, גירית, צבי וצבוע המסתמכים על הכתמים הטבעיים למחסה ומאורה (13), נצפו בכמויות מעטות ורק בסמיכות לשטחים הטבעיים שבלכיש ולא נמצאו כלל באזורים המיושבים בגבים או בחוף הכרמל. בעונת הקיץ, מינים אלו נצפים רק באזורים הסמוכים לשטחים טבעיים. הצבי הוא מין הידוע כרגיש להפרעות האדם (17) ונמצא שהם מפחדים יותר מבני אדם מאשר מהטורפים הטבעיים להם (14). ואכן גם בלכיש ניתן לראות שרוב תצפיות הצבאים היו באזור לכיש בו בתי הרשת קרובים לשטחים טבעיים.

מחקר שנעשה מטעם רשות הטבע והגנים (18, 19) תומך גם הוא בטענה שישנם מינים המועדפים להתרחק מקרבת אדם, ישנם מינים האדישים לה וישנם כאלה המעדיפים להתקרב, ואף המחיש זאת בצורה כמותית. ככל שמתקרבים ליישובים ולתשתיות, העבירות הופכת קשה לבעלי חיים גדולי גוף, אך לבעלי חיים בינוניים וקטנים יש יתרון. הם יכולים להתגבר גם על גידור קשיח, והמעבר מתבצע דרך חורי הגדר או באמצעות היכולת לחפור מתחתם. לפיכך, בסקרים

בלכיש ובכרמל ניתן לראות את הקשר המובהק והחיובי של הקיפוד המצוי עם יישובי האדם ונוכחות בקרבה לכביש 6 ו-4.

בהשוואה בין ממצאי חבל לכיש לבין ממצאי חוף הכרמל, ניתן לראות שהצפיפות של רוב המינים שנבדקו גבוהה יותר בלכיש. חוף הכרמל וחבל לכיש נבדלים זה מזה ברמת פעילות האדם ובקרבה לשטחים טבעיים, כשבחוף הכרמל רמת פעילות האנושית וכמות הבינוי ותנועת הרכבים גבוהה. מכאן ניתן לקשר בין משתנים סביבתיים הקשורים לפעילות אנתרופוגניות להבדלים במגוון. בהשוואה בין לכיש לכרמל ניתן להסיק שהקרבה של בתי רשת לשטחים פתוחים טבעיים (כמו בלכיש) היא הגורם העיקרי שמשפיע על הרכב החברה שנמצא בבתי הרשת.

בנתונים מחתכי העקבות השתמשנו בשיטה ניסיונית לכימות נתוני עקבות של מיני יונקים באינדקס לכימות הפעילות, על ידי חישוב צפיפות מנוסחת ה FMP להערכת צפיפות אוכלוסיות יונקים בשטחי הסקר בהשוואה לשיטה הסטנדרטית (Density) לחישוב פעילות מחתכי עקבות. משוואת FMP משקללת את מאפייני ההתנהגות של כל מין, וכך נותנת הערכה מדויקת יותר של רמת הפעילות באתרי הסקר זאת על ידי הוספה של טווח השיטוט היומי של כל מין. ניתן לראות במשוואת FMP שצפיפות הצבי, השועל והקיפוד נמוכה בשיטה זו ביחס ל שיטת Density ככל הנראה בשל אופי התנועה האקראי בשטח בתי הרשת. ואכן ניתן לראות שהממצאים שהתקבלו באמצעותה תואמים את דגמי התפוצה במרחב שהתקבלו במחקרים שהשתמשו במצלמות שטח (13,14,20). אנו מקווים שבעתיד ננסה לבצע תיקוף לשיטה אל מול נתוני תנועה אמיתיים.

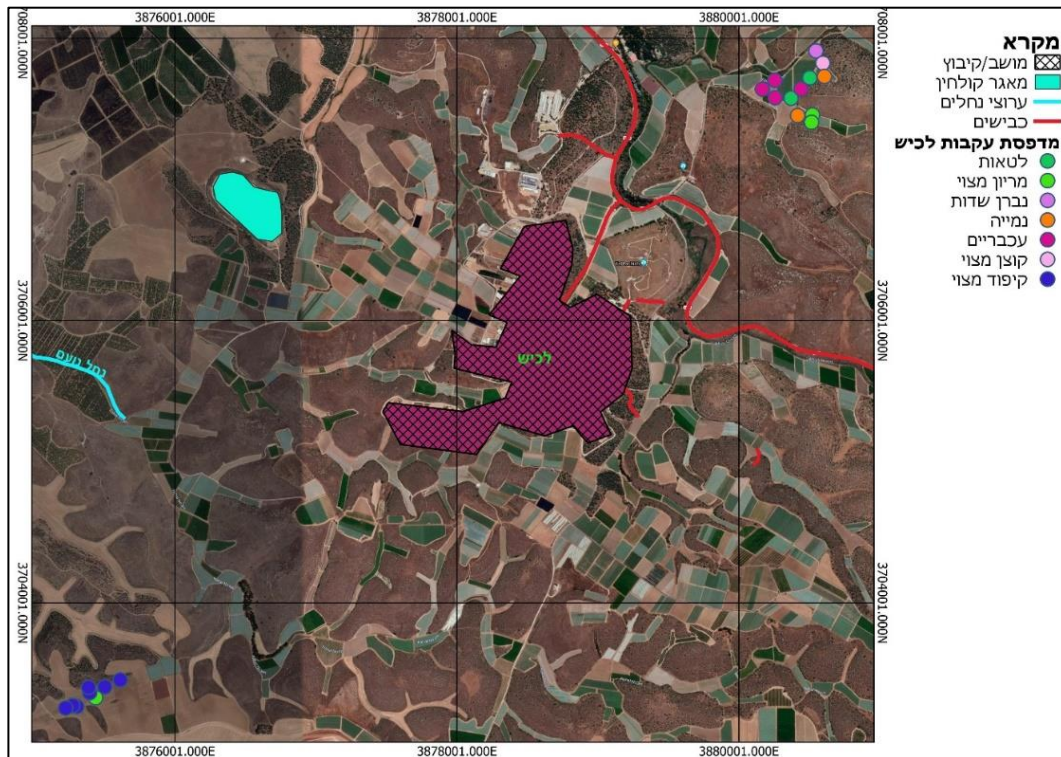
מהתצפיות ניכר כי בבתי הרשת יש פעילות של מגוון רחב של יונקים. אמנם סקר זה לא כלל שטחי ביקורת אך בהשוואה לנתוני יונקים מה עשור האחרון שהצטברו במערכת רשות הטבע והגנים (Timi) במרחק של כ- 5 קילומטרים מאתרי המחקר ולאחר ניכוי של מינים פסמופילים מצאנו כי בשטחי בתי הרשת נמצאו בין 55% (החותרים) ל 86% (לכיש) וממוצע של 74% לכל השטחים שנדגמו ממיני היונקים שבסביבה. כל זאת בסקר מהיר עם חזרות במרחב וללא חזרות בזמן. אנו סבורים כי רוב מיני היונקים משתמשים בשטחי בתי הרשת לשימושים שונים. יהיה נכון לבדוק בהמשך אילו שימושים נעשים על ידי המינים השונים בתוך בתי הרשת ואילו פונקציות מרחביות הם משמשים לכל מין. סקר זה לא בדק פעילות של עופות קרקע אך בהתרשמות כללית ניתן היה לראות פעילות נמוכה של כרוון (*Burhinus oedicephalus*) וחוגלת סלעים (*Alectoris chukar*).

המסקנה המרכזית היא שהפרקטיקה של כיסוי גידול חקלאי ברשת או בבתי רשת פתוחים, או עם פתחים כפי שמגדלים בננות, יכולים לשמש כמסדרון אקולוגי, עבור מגוון יונקים גדול, בתווך חקלאי.

1. H. Shamoan, Spatial and temporal patterns of medium-large mammal activity in agro-rural-natural mediterranean lanscape (2016).
2. J. C. Halfpenny, M. Walla-Murphy, E. Rogers, D. Tiller, Track plates for mammals : a how to manual & aid to footprint identification (A Naturalist's World, 2009).
3. Kuzyakin, V. A. (1983). Results of modelling winter transect counts. Scientific proceedings: winter transect counts of game animals, 193–229.
4. Stephens, P. A., Zaumyslova, O. Y., Miquelle, D. G., Myslenkov, A. I., & Hayward, G. D. (2006). Estimating population density from indirect sign: track counts and the Formozov–Malyshev–Pereleshin formula. *Animal Conservation*, 9(3), 339–348. doi:10.1111/j.1469-1795.2006.00044.x.
5. Ahlswede, S., Fabiano, E. C., Keeping, D., & Birkhofer, K. (2019). Using the Formozov–Malyshev–Pereleshin formula to convert mammal spoor counts into density estimates for long-term community-level monitoring. *African journal of ecology*, 57(2), 177–189. doi:10.1111/aje.12587
6. Romani, T., Giannone, C., Mori, E., & Filacorda, S. (2018). Use of track counts and camera traps to estimate the abundance of roe deer in North-Eastern Italy: are they effective methods? *Mammal Research*, 63(4), 477–484. doi:10.1007/s13364-018-0386-9
7. L. N. Joseph, C. Elkin, T. G. Martin, H. P. Possingham, Modeling abundance using N-mixture models: the importance of considering ecological mechanisms. *Ecol. Appl.* **19**, 631–642 (2009).
8. A. Zeileis, C. Kleiber, S. Jackman, Regression Models for Count Data in R. *J Stat Softw.* **27** (2008), doi:10.18637/jss.v027.i08.
9. J. O. Wagner et al., *vegan: Community Ecology Package* (2016).
10. Rs. T. RStudio, PBC., *RStudio: Integrated Development for R* (2020).
11. OpenStreetMap contributors, *OpenStreetMap Israel Data from Geofabrik* (2020), (available at <https://download.geofabrik.de/asia/israel-and-palestine.html>).
12. Wickham et al., (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
13. Shamoan, H., Cain, S., Shanas, U., Bar-Massada, A., Malihi, Y., & Shapira, I. (2018). Spatio-temporal activity patterns of mammals in an agro-ecological mosaic with seasonal recreation activities. *European Journal of Wildlife Research*, 64(3), 1-10.

14. Shamoan, H., Saltz, D. & Dayan, T. (2017). Fine-scale temporal and spatial population fluctuations of medium sized carnivores in a Mediterranean agricultural matrix. *Landscape Ecol* **32**, 1243–1256
15. Raichmann A (2013) Golden jackal demographics, monitoring, and management in Israel. Jerusalem (In Hebrew)
16. Moran S, Keidar H (1993) Checklist of vertebrate damage to agriculture in Israel. *Crop Prot* **12**:173–182. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90105-R](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90105-R)
17. Manor R, Saltz D (2005) Effects of human disturbance on use of space and flight distance of mountain gazelles *69*:1683–1690
18. רוזנפלד א. ורותם ד. 2019. השפעת גידור, תשתיות ובינוי על נוכחות יונקים גדולים ובינוניים במרחב, כבסיס **10**(1). אקולוגיה וסביבה. לבחינת תפקודם של מסדרונות אקולוגיים קיימים ולתכנון מסדרונות חדשים
19. רוזנפלד א ורותם ד. 2012. גידור ותשתיות במחוז הצפון של רשות הטבע והגנים והשפעתם על יכולת התנועה של בעלי חיים במרחב. מוגש לחטיבת מדע, רשות הטבע והגנים
20. Shamoan, 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.
21. Forman, R. T., & Baudry, J. (1984). Hedgerows and hedgerow networks in landscape ecology. *Environmental management*, **8**(6), 495-510.
22. Rosenblatt, D. L., Heske, E. J., Nelson, S. L., Barber, D. M., Miller, M. A., & MacALLISTER, B. R. U. C. E. (1999). Forest fragments in east-central Illinois: islands or habitat patches for mammals?. *American Midland Naturalist*, **115**-123.
23. Gregory, A., Spence, E., Beier, P., & Garding, E. (2021). Toward Best Management Practices for Ecological Corridors. *Land*, **10**(2), 140.

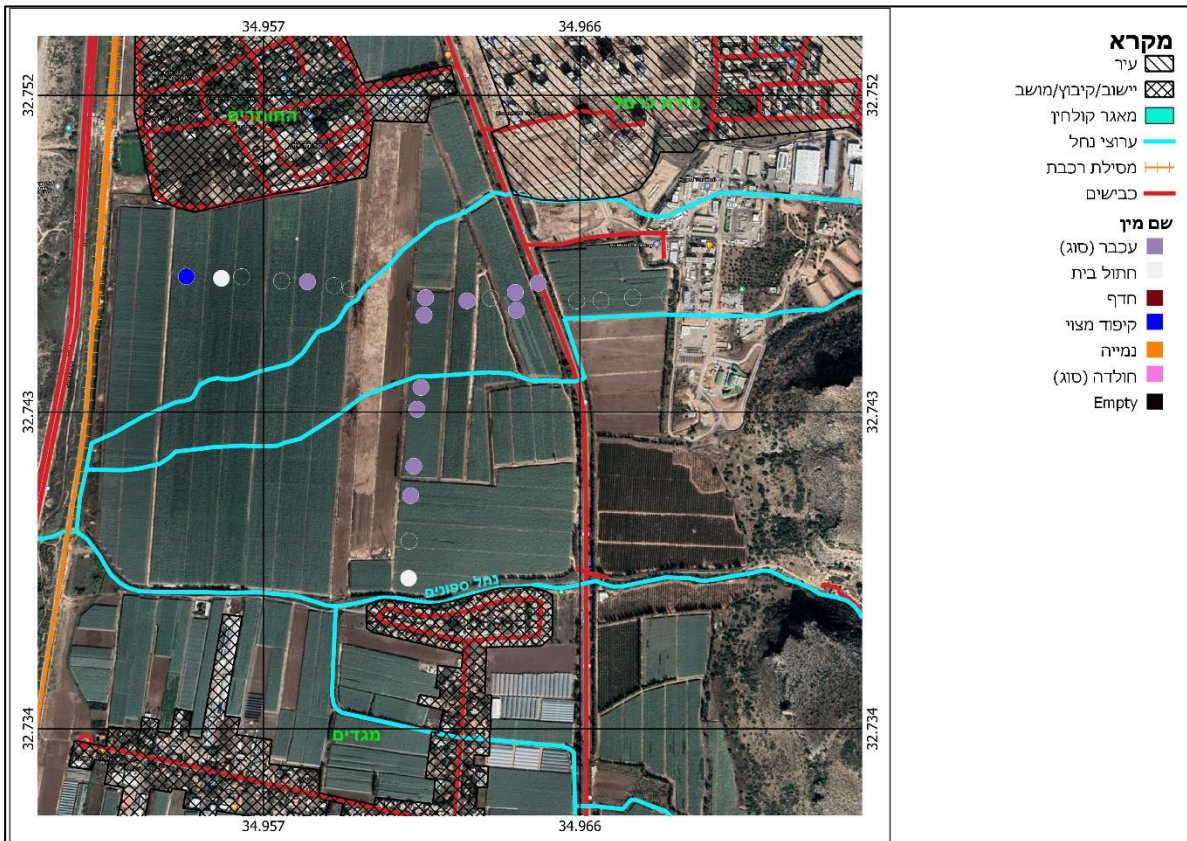
24. פורת י. ורותם ד., 2012, חקלאות אינטנסיבית ושמירה על מגוון מינים של זוחלים ודו-חיים: האם וכיצד ניתן לשלב בין השניים? קרן נקודת חן.



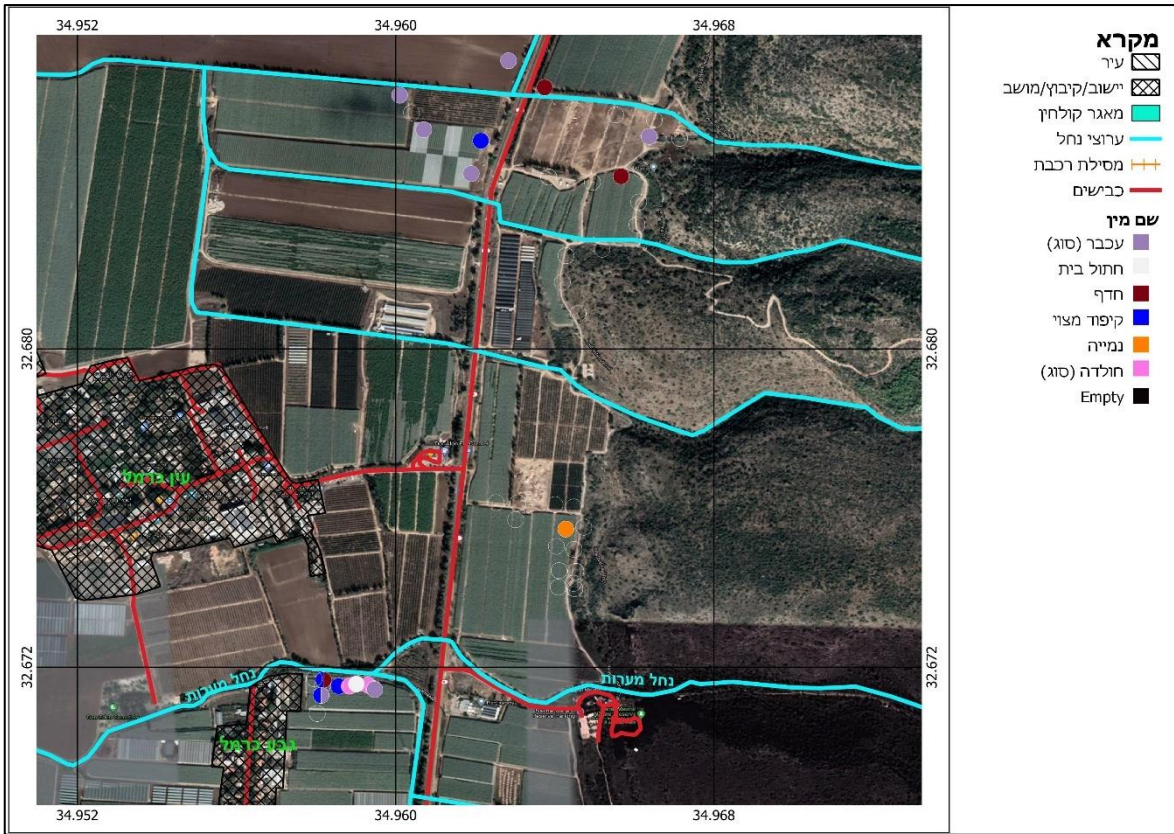
איור 1. ממצאי סקר מדפסות עקבות במושב לליש.



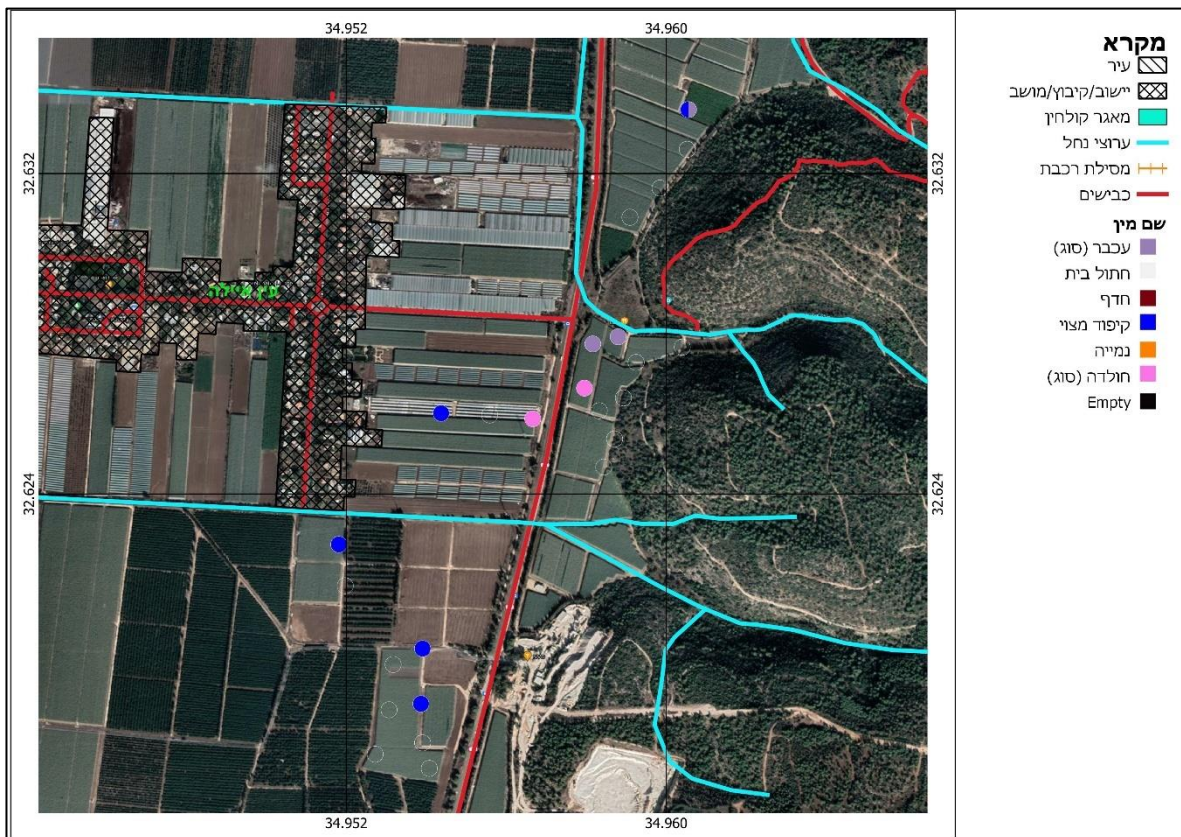
איור 2. ממצאי סקר מדפסת עקבות בשטחי קיבוץ גבים.



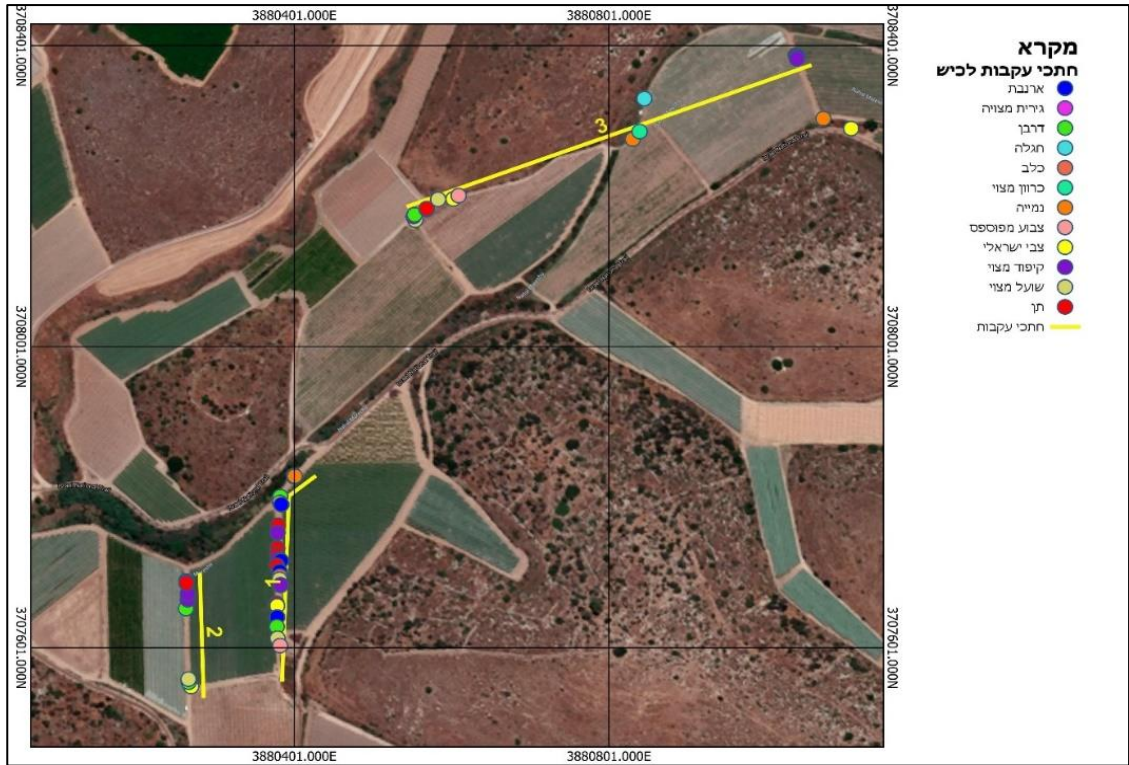
איור 3. ממצאי סקר מדפסת עקבות בשטחי קיבוץ החותרים.



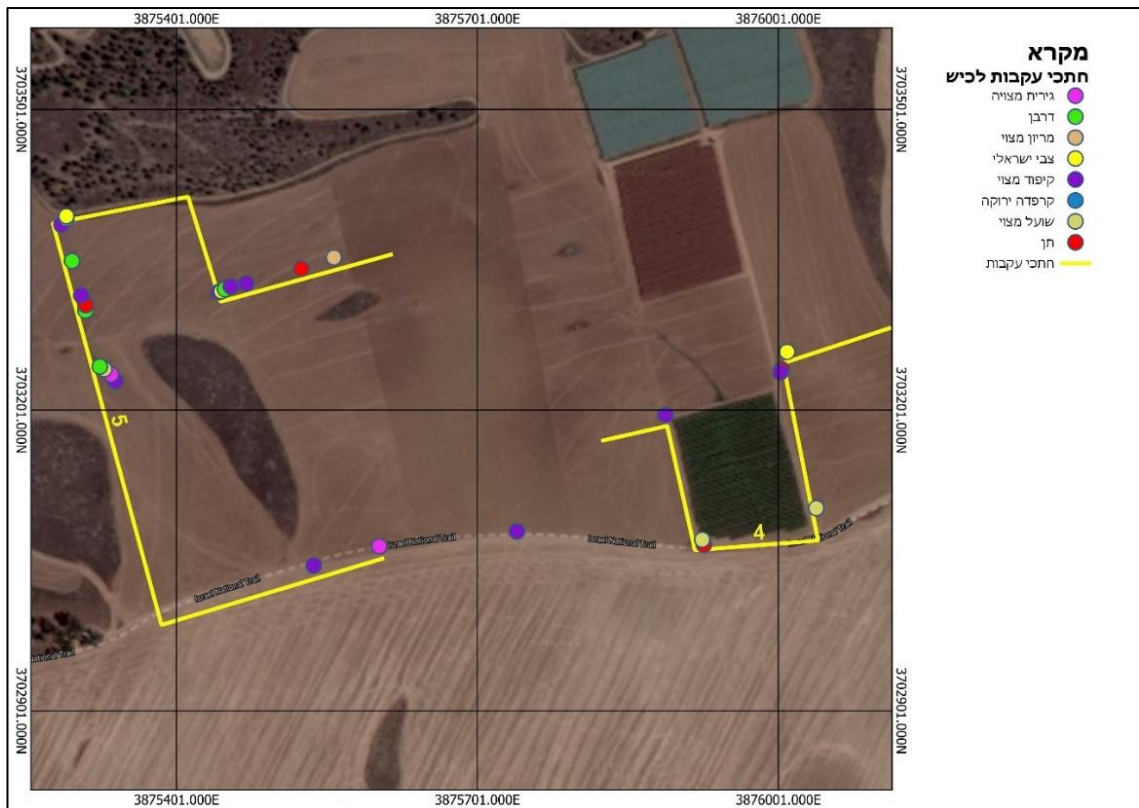
איור 4. ממצאי סקר מדפסת עקבות בשטחי קיבוץ עין הרמל.



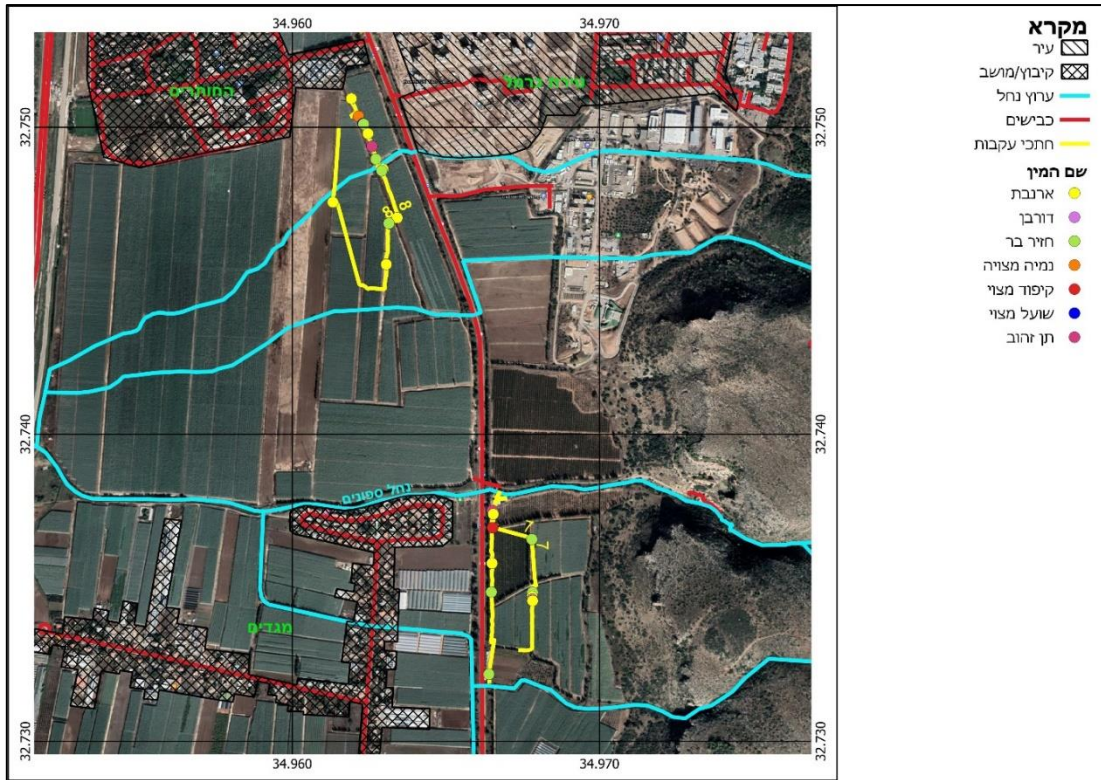
איור 5. ממצאי סקר מדפסת עקבות בשטחי מושב עין איילה.



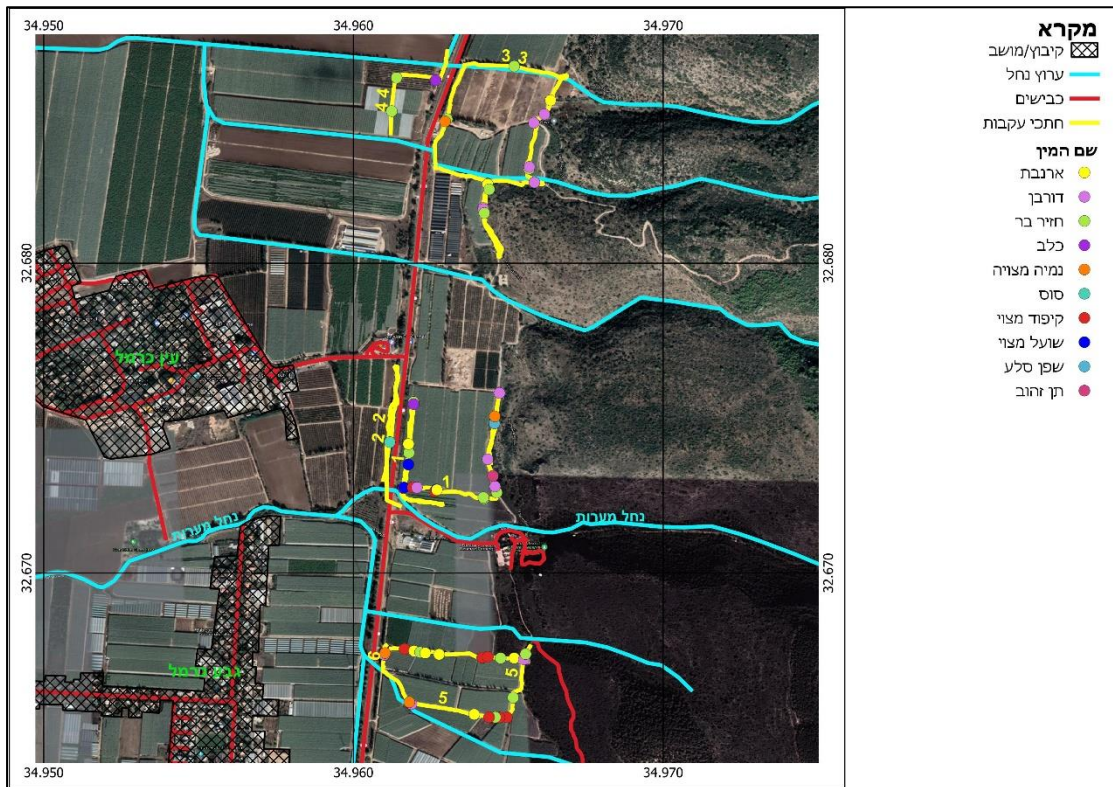
איור 8. שטחי הסקר ומיקומי חתכי העקבות (צהוב) צפון-מזרח למושב לכיש.



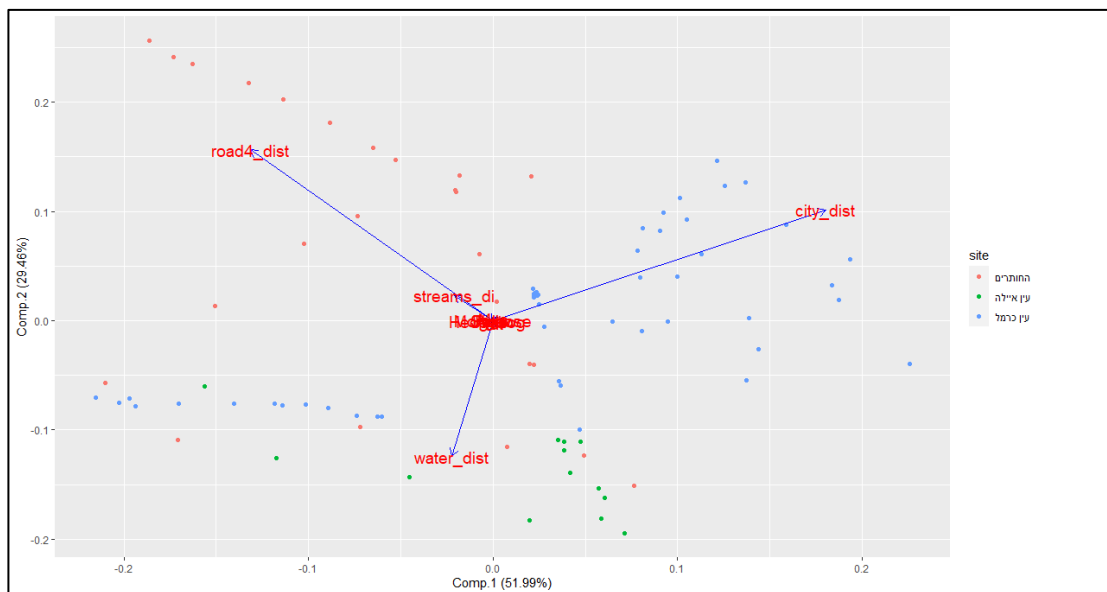
איור 9. שטחי הסקר ומיקומי חתכי העקבות (צהוב) בדרום-מערב למושב לכיש.



איור 10. ממצאי הסקר ומיקומי חתכי העקבות (צהוב) בחוף הכרמל.



איור 11. שטחי הסקר ומיקומי חתכי העקבות (צהוב) בחוף הכרמל.



איור 7. תוצאות מודל PCA לממצאי מדפסות עקבות בחוף הכרמל. ניתן לראות הפרדה בין 3 האתרים: החותרים, עין כרמל ועין איילה והמשתנים הסביבתיים השונים בכל אתר.