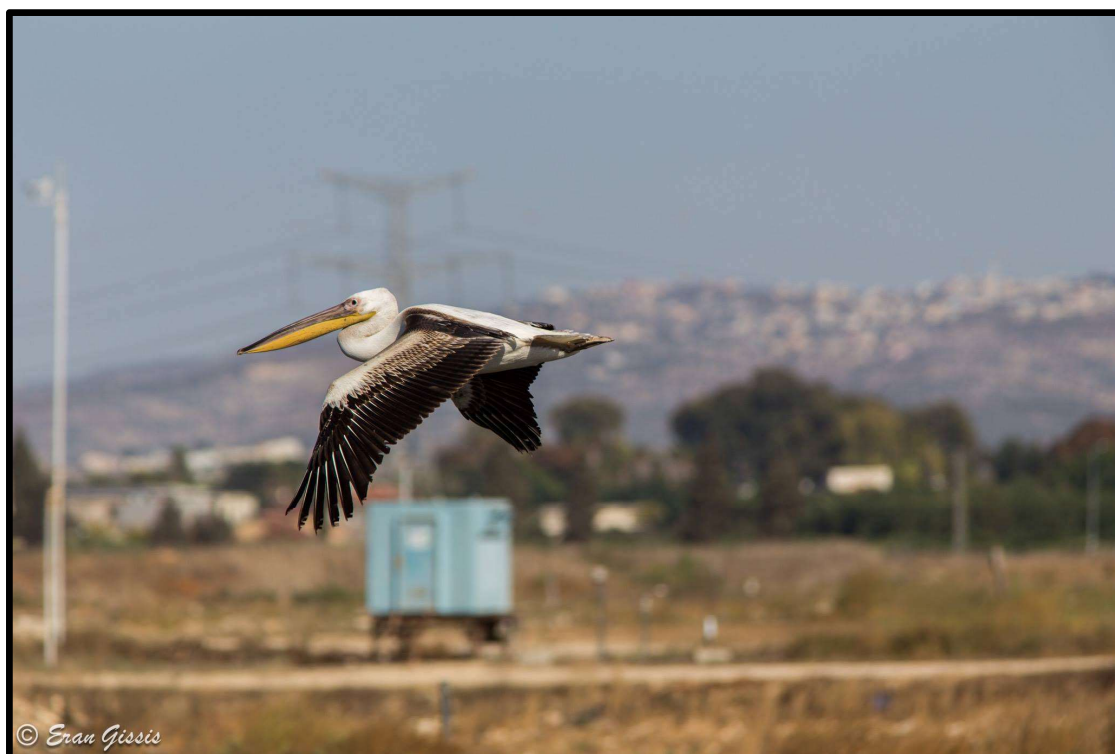


פיילוט לניטור התנגשות עופות

בקו מתח עליון בעמק יזרעאל

דו"ח מסכם

אוקטובר 2018



צילום: ערן גיסיס

שקנאי מצוי

ריכוז הפרויקט, כתיבה ועריכה: דותן יושע
היגוי: אלון רוטשילד, יואב פרלמן, אוהד הצופה, אנה טרכטנברוט, דפנה שחורי,
הראל חצרוני, ארז שליפר, חזי סמוכה, ניסים מזרחי וישולה קמבליס

תקציר

תופעת התנגשות עופות בקווי מתח עליים בעולם לא זכתה לתשומת לב ראויה לאורך השנים. בעשורים האחרונים, בעקבות בדיקות ומחקרים שנעשו ברחבי העולם, מתברר כי היקף התופעה גדול משהעריכו.

במקביל לצבירת הידע בנוגע להתנגשות עופות בקווי מתח, חלה התפתחות במגוון האמצעים המשמשים לצמצום התופעה. מרבית אמצעים אלה מתבססים על סימון קו המתח באמצעים שמגדילים את הנראות של כבלי החשמל על ידי בעלי הכנף.

בישראל הבעיה מקבלת משנה תוקף הן בשל מיקומה על ציר נדידה מרכזי של עופות בין אירופה ואסיה לבין אפריקה והן בשל הקצב המהיר של אובדן שטחים פתוחים טבעיים.

חברת החשמל לישראל זכתה בקול קורא להטמעת שיקולי מגוון ביולוגי בחברות, שפרסמו המשרד להגנת הסביבה והחברה להגנת הטבע, במסגרת הצעתה לפיילוט מחקרי לבחינת השפעת קווי מתח על התנגשות עופות.

הפיילוט נערך בשנים 2016-2018 לאורך קו מתח עליון 160Kv בחבל התענך, בין מוקיבלה בדרום לעפולה בצפון. הסיבות לבחירה במקטע זה הן: (1) אפשרות לבחינה של השפעות מגוון שימושי קרקע המתקיימים לאורכו על מספר ההתנגשויות (2) אזור שופע פעילות עופות (3) דיווחים קודמים על התנגשויות במקום (4) קו מתח חדש שטרם סומן.

מטרות המחקר הן (א) כימות היקף תופעת התנגשות עופות בקווי מתח, ואיפיון פרמטרים לפגיעות מוגברת (שימושי קרקע, גודל עופות, עונה, גילדות מינים וכד') (ב) בדיקת היעילות של אמצעי הסימון שסופק ע"י חח"י עבור הפיילוט (ג) טיוב פרוטוקול הניטור לצרכי מחקר המשך.

הפיילוט התחלק לשני שלבים; השלב הראשון (שנה א') - אפיון המצב הקיים, בחלוקה ל-4 מקטעים עם שימושי קרקע שונים (חקלאות, מאגר מים קרוב, מאגר מים צמוד, אתר פסולת קרוב). בתום השלב הראשון, הותקנו אמצעי סימון מסוג Bird Flight Diverter (BFD) על מחצית אורכו של כל אחד ממקטעי הניטור ("אזורי ניסוי"), והושארו אזורי ביקורת צמודים ללא סימון, לצורך בחינת השפעתו ומידת יעילותו של אמצעי הסימון על התנגשויות בעלי הכנף בקו המתח במשך השלב השני (שנה ב').

איתור ממצאים של עופות מתחת לקו בוצע באמצעות כלבן עם כלבים שהוכשרו במיוחד לאיתור פגרי וחלקי עופות.

מספר ההתנגשויות הממוצע המחושב ל-1 ק"מ בשנה הוא 200 עופות, מספר גבוה ביחס למרבית הממצאים בספרות העולמית. מספר זה שוקלל מתוך הממצאים שאותרו בסריקה בשטח (סה"כ 817 ממצאים שאותרו בשטח במשך שנתיים), תוך הכפלתם במקדמים שבטאו את קצב הסילוק של פגרים מהשטח (מאחר והסריקות בוצעו במרווחים של שבוע היה צורך לחשב את מספר הפגרים המוערך שנעלם בזמן זה על ידי אוכלי פגרים) ואת מידת יעילותו של הסורק באיתור פגרים (מתוך הנחה שהסורק עשוי שלא לאתר את כל הפגרים

המצויים בשטח היה צורך לחשב את החלק היחסי הממוצע של הפגרים אותם מאתר (הסורק).

היקף ההתנגשויות הגבוה לקילומטר אמנם נמצא על הרף הגבוה של הסקאלה של מחקרים מקבילים מהעולם, אולם יש לשער כי הסיבות לכך הן היותו של עמק יזרעאל אזור חשוב לציפורים הן בעונת החורף והן בעונת הנדידה, כמו גם נוכחות שימושי קרקע אטרקטיביים לעופות לאורך הקו, כמו מאגרי מים, ויעילות גבוהה של הסריקה במחקר זה (שימוש בכלבים מאומנים).

הממצאים כללו 68 מינים שונים של עופות נודדים, יציבים וחורפים (מתוכם 12 מינים המוגדרים בסכנת הכחדה - "מינים אדומים"), בהם מינים מקבוצות טקסונומיות שונות, מ"גילדות" שונות, ומקבוצות גודל שונות. נתון זה מחדד את העובדה שהתנגשויות עופות בקווי מתח הן תופעה הפוגעת במינים בגדלים ובמאפיינים שונים, ולא רק בקבוצה מצומצמת של מינים, מה שמגדיל את החשיבות של מענה לתופעה.

מקטעי קו מתח בצמוד או בקרבת מאגרי מים נמצאו כמועדים במיוחד להתנגשויות, כנראה בגלל שהם מהווים גורם משיכה לעופות. כמו כן, יש עדויות במחקר כי קווי מתח בקרבת אזורי שיחור מזון או עצים המשמשים ללינה – הם אזורים מועדים יותר להתנגשויות. עונת החורף נמצאה כעונה עם מספר ההתנגשויות המירבי.

קבוצת העופות הקטנים היתה הקבוצה הנפוצה ביותר בקרב הממצאים (45%), יותר מאשר עופות בינוניים (41%) והרבה יותר מאשר עופות גדולים (14%). זאת בניגוד למקובל ממחקרים בעולם, אשר הגדירו את העופות הגדולים והבינוניים כרגישים ביותר.

התקנת אמצעי הסימון במקטעי הניסוי הפחיתה ב-26% את מספר ההתנגשויות של עופות לעומת מקטעי הביקורת. זהו נתון נמוך ביחס למצופה על פי הספרות בעולם, ואנו מעריכים שאחד החסרונות המשמעותיים של אמצעי הסימון שנבחר הוא שהוא אינו אפקטיבי בשעות החשיכה. לכן, המלצה מרכזית של מחקר זה היא להתקין אמצעי סימון היעילים בחשיכה, או תמהיל של אמצעים לאורך הקו (הכולל אמצעים מחזירי אור, מתנועעים וכד'). המלצה זו יכולה גם לסייע לשפר את הפחתת ההתנגשויות בשתי גילדות אשר נמצאו כלא מושפעות מאמצעי הסימון במחקר זה: חסידאים וחופמאים, אשר יתכן שמרבית ההתנגשויות שלהם התרחשו בלילה.

אמצעי הסימון נמצא יעיל עבור עופות גדולים ובינוניים, אך פחות עבור עופות קטנים, ולכן יש לבחון כיצד לתת מענה למניעת התנגשויות של קבוצת עופות זו. השימוש בכלב ובכלבים מאומנים הוכיח את עצמו כיעיל ביותר, ומומלץ גם למחקרים עתידיים.

שותפי המחקר ותודות

לפיילוט שותפים החברה להגנת הטבע (מימון וניהול הפרויקט, ריכוז עבודת השדה, הכנת הדו"חות), חברת חשמל לישראל (רכישת והתקנת אמצעי הסימון), רשות הטבע והגנים (ליווי ותמיכה מקצועיים ולוגיסטיים) והמשרד להגנת הסביבה (שותף במימון וחבר בוועדת ההיגוי). ברצוננו להודות במיוחד: לחצי סמוכה, ניסים מזרחי, ישולה קמבליס, דפנה שחורי, הראל חצרוני וארז שלייפר מחברת חשמל.

אוהד הצופה, רשות הטבע והגנים, על הליווי המקצועי והתמיכה הלוגיסטית.
ד"ר אנה טרכטנברוט, המשרד להגנת הסביבה.
ספי סהר, מגן א.ר.ת, על עבודת הניטור בשטח.
אביגיל בן-דב סגל, ד"ר עמוס בלמקר, איגור גברילוב וד"ר רועי דור, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט אוניברסיטת תל אביב, על העזרה הרבה בזיהוי והגדרת הממצאים.

תוכן עניינים

1.	רקע.....	6
2.	מטרות המחקר הדו שנתי.....	7
3.	שותפים	7
4.	שיטות.....	8
4.	א.א. אזור המחקר	8
4.	ב.ב. מבנה המחקר	9
4.	ג.ג. משך המחקר	11
4.	ד.ד. שיטות עבודה	11
4.	ה.ה. עיבוד נתונים וסטטיסטיקה	16
5.	תוצאות	17
5.	א.א. השוואת מס' הממצאים בין המקטעים המסומנים למקטעי הביקורת שנה ב'..	20
5.	ב.ב. השוואת יעילות הסימון לפי פרמטרים בכל המחקר	21
5.	ג.ג. מינים אדומים.....	26
5.	ד.ד. מינים בולטים.....	26
6.	דיון.....	27
7.	סיכום ומסקנות.....	35
8.	ביבליוגרפיה.....	37
9.	נספחים.....	40

1. רקע

התנגשות ציפורים בקווי מתח מוכרת מזה זמן רב. למרות שהיקף התופעה בעולם הוא גדול מאוד ונמצא במגמת עליה בשל התרחבות תשתיות החשמל (Jenkins 2010) – הנושא לא זכה לתשומת לב מעמיקה במשך זמן רב (APLIC 2012). בשנים האחרונות חלה עליה גדולה במודעות לנושא ועקב כך גם במחקרים ובידע שנאסף, כמו גם לגבי דרכים אפשריות לצמצום הבעיה (APLIC 1994, 2012).

מהמידע הקיים בספרות, עולה כי סימון קווי מתח באלמנטים המגדילים את נראותם מוביל לירידה בהיפגעות של מיני עופות שונים (APLIC 2012, Jenkins 2010). לדוגמה, במחקר שנערך בארה"ב, הראו Luzensky et al. (2016) כי עופות דורסים שינו את גובה התעופה שלהם לאחר סימון קו המתח. Saverano et al. (1996) הראו במחקרם כי סימון קווי המתח הביא לשינויים התנהגותיים בתעופה ולירידה במספר ההיפגעויות במגוון גדול של מינים. ישנה שונות בין מינים שונים ברגישות להיפגעויות. עופות גדולים, שכושר התמרון שלהם נמוך יותר ובהתאם גם היכולת שלהם להתחמק ממכשול לא צפוי, רגישים יותר להתנגשות בקווי מתח. פגיעות רבות תועדו גם בקרב קבוצות ציפורים נוספות כגון עופות דורסים ועופות מים (APLIC 1994, 2012, Jenkins 2010). בין העופות הגדולים בארץ בעלי פוטנציאל



התנגשות בקווי מתח ניתן לציין את השקנאים, החסידות, הנשרים, העגורים והאנפות הגדולות. התיעוד הנמוך של היפגעות עופות קטנים יותר יכול להיות כתוצאה מהעובדה שהם קשים יותר לאיתור בשטח. כמו כן נמצא כי פגרים קטנים מסולקים מהשטח על ידי אוכלי נבלות, מהר יותר מפגרים גדולים (Jenkins 2016, Henrich et al. 2010), כך שלא בהכרח נובע הדבר ממספר התנגשויות נמוך.

קו המתח העליון החדש שהוקם בשנת 2013 בעמק יזרעאל, בין עפולה למוקיבלה, נמצא באזור בעל רגישות גבוהה מבחינת פעילות עופות ומוגדר "אזור בעל חשיבות גבוהה

לציפורים" (<http://www.birdlife.org/datazone/country/israel/ibas>). בין השאר, מאגרי המים באזור מהווים מקור משיכה ללהקות גדולות של עופות חורפים ונוודים גדולים. ברשות הטבע והגנים נאסף מידע על מקרים רבים של עופות, בעיקר שקנאים, אשר נפגעו ומתו כתוצאה מהתנגשות בקווי מתח באזור (אוהד הצופה, בע"פ). כל מיני העופות הם ערך טבע מוגן על פי חוק. הקמתו של קו מתח זה, העובר דרך מוקדי פעילות של עופות, ואשר טרם סומן על ידי חברת החשמל כנגד התנגשות עופות, יצרה חלון הזדמנויות לביצוע מעקב מסודר שיאפשר לבדוק את מידת היעילות של אמצעי הסימון בתנאים שונים במסגרת מחקרית של (BACI) Before – After Control Impact (Stewart-) (Oaten and William 1986). הנחת העבודה היא כי סימון קו המתח במחקר זה יביא להפחתה במספר מקרי ההתנגשות של כלל העופות, בדגש על המינים הגדולים.

2. מטרת המחקר הדו שנתית

- כימות היקף תופעת ההתנגשות של עופות בקו מתח עליון.
- בדיקת ההשפעה של שימושי שטח שונים על מספר ההתנגשויות של עופות בקווי חשמל (מתח עליון), בפילוח לפי עונות, מיני העופות וכד', על מנת להגדיר קדימויות לסימון קווים ברחבי ישראל.
- בדיקת היעילות של התקני סימון כאמצעי לצמצום מספר ההתנגשויות של עופות בקווי חשמל (מתח עליון), והפקת לקחים לגבי אופן ההתקנה האופטימלי.
- טיוב פרוטוקול הניטור לצרכי מחקר המשך או ניטור עתידי.

3. שותפים בפרויקט

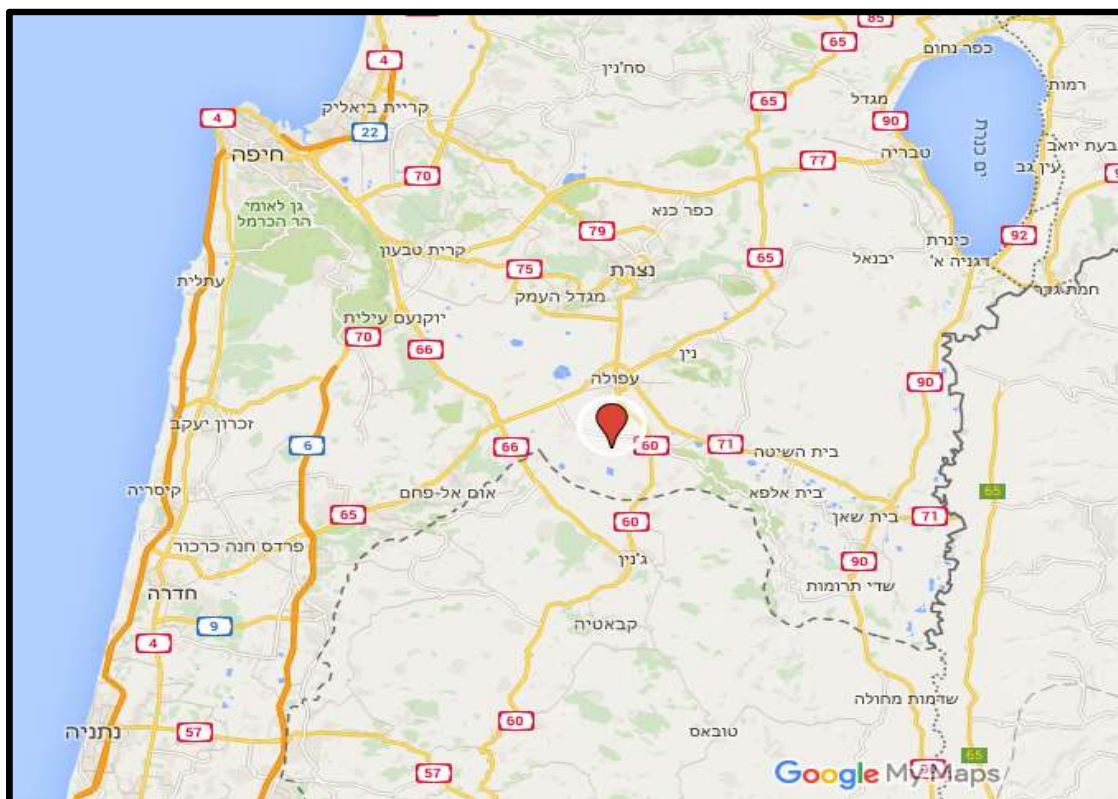
למחקר שותפים החברה להגנת הטבע, חברת החשמל לישראל, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים. במסגרת שיתוף הפעולה, אחראית חברת החשמל על רכישת אמצעי הסימון והתקנתם בהתאם ללוח הזמנים שנקבע. כמו כן התקינה חברת החשמל אמצעי סימון על קו מתח נוסף (מתח גבוה) שנמצא בשטח המחקר בחפיפה לחלק מתוואי קו המתח העליון, לפני תחילת הניטור, וזאת בכדי לצמצם את השפעתו על תוצאות המחקר (שעסק בהשפעת קו מתח עליון). באחריות החברה להגנת הטבע – מימון וניהול הפרויקט, ריכוז הניטור, איסוף ועיבוד הנתונים, והפקת דו"ח מסכם.

באחריות רשות הטבע והגנים – ליווי ותמיכה מקצועיים. עזרה לוגיסטית בהשגת פגרי עופות לצורך ביקורת במחקר, המצאת מקפיא לשמירת הפגרים וממצאי הניטור, סיוע בזיהוי והגדרת ממצאים וסיוע בכח אדם במקרה הצורך.
המשרד להגנת הסביבה – שותף למימון המחקר וחבר בוועדת ההיגוי.

4. שיטות

4.א. אזור המחקר

שטח המחקר נמצא בחבל תענך שבעמק יזרעאל, לאורך קו מתח עליון מעפולה בצפון עד למוקיבלה בדרום. הנוף מישורי ופתוח. שימוש הקרקע העיקרי הוא חקלאות שלחין עם גידולים עונתיים. כמו כן במקום מטעים, מאגרי מים ואתר פסולת.



איור 1: אזור המחקר

קו המתח הנבדק הינו קו מתח עליון 160kV. קו המתח בתחומי הסקר עובר מעל שדות מעובדים עם גידולים עונתיים, מטע שקדים בוגר, מאגרי מים ושולי שדות עם צמחי מעזבות.



צילום: דותן יושע

קו המתח העליון מעל שטח חקלאי

קו המתח נבחר בשל המחויבות של חברת החשמל להתקין מונעי התנגשות ולכן היווה הזדמנות לכמת את הפגיעה ולבחון את יעילות השימוש באמצעים להפחתת מקרי ההתנגשות. באזור זה תועדו בעבר ע"י רט"ג התנגשויות רבות של שקנאים בקווי מתח גבוה באזור. לכן הייתה דרישה להתקנת אמצעים אלו בשל החשש שהקמתו של קו המתח העליון תגרום לפגיעה בעופות כגון חסידות, עגורים, עופות דורסים ועוד, וזאת בשל קרבתו לאתרים בהם שימושי הקרקע השונים מהווים מקורות משיכה פוטנציאליים לעופות רבים.

4.ב. מבנה המחקר

המחקר התחלק לשני שלבים עיקריים:

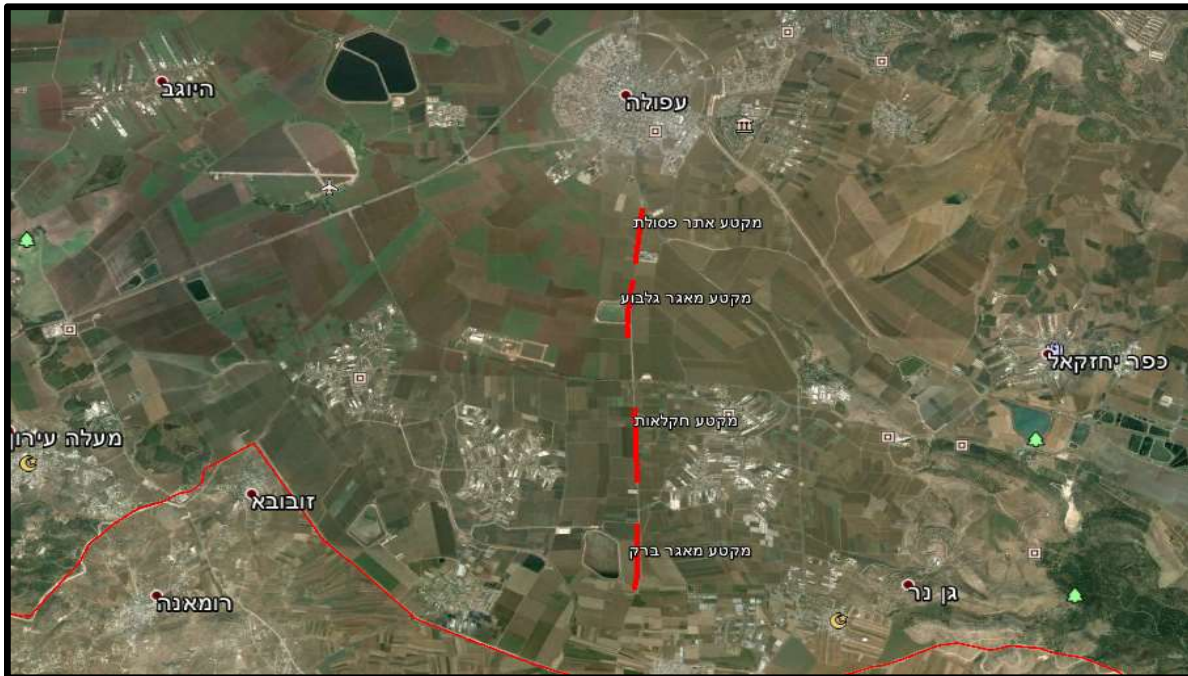
- בשלב הראשון, שמשכו 10 חודשים, התבצע ניטור טרום סימון קו המתח העליון, בו גובשו טכניקות העבודה, והוערכו היקפי הפגיעה בקו ללא אמצעי סימון.
- בשלב השני, שמשכו 10 חודשים, התבצע ניטור לאחר התקנת אמצעי הסימון על מל מחציתו של כל אחד ממקטעי הניטור ("אזורי הניסוי") בקו החשמל לצורך השוואה הן של מספר ההתנגשויות לפני ואחרי התקנת אמצעי הסימון והן של מספר ההתנגשויות במקטעים מסומנים ולא מסומנים.

פירוט שלבי המחקר מופיע בנספח 5.

שטח המחקר

ארבעה מקטעים נבחרו לפי שימושי הקרקע השונים, על מנת לבחון את אופי הקונפליקט בתנאים שונים. אורך ממוצע של כל מקטע דיגום הוא כ-1 קילומטר (מקטע ברק 990 מ', מקטע חקלאות 1145 מ', מקטע גלבע 1000 מ', מקטע אתר פסולת 1050 מ'). אורך כולל של מקטעי הדיגום 4,185 מ'. רצועת השטח הנסרקת מקבילה לקו המתח, ברובח כולל של 60 מטרים, 25 מטר מכל צד של הכבל הקיצוני ו-10 מטרים מתחת לקו המתח עצמו. המקטע הדרומי ("מאגר ברק") נמצא בסמוך למאגר מים (מרחק של 400 מטר בין המאגר

לקו המתח). המקטע שמצפון לו ("חקלאות") עובר מעל שדות שלחין. המקטע השלישי מדרום ("מאגר גלבע") עובר בחלקו מעל השוליים המזרחיים של מאגר מים (קו המתח משיק לשולי המאגר). המקטע הצפוני ("אתר פסולת") נמצא בסמוך לאתר פינוי ומיון פסולת.



איור 2: תצ"א כללית של אזור המחקר עם סימון מקטעי הניטור באדום.



איור 3: מקטעי הניטור (אדום) עם מספרי עמודי מתח עליון, קו מתח גבוה (צהוב) ומקטעים מסומנים באמצעים לצמצום התנגשויות בשלב ב' (כחול)

4.ג. משך המחקר

הסקר התפרסם על פני תקופה של 22 חודשים. מאוגוסט 2016 עד סוף יוני 2018, עם הפסקה של חודשיים באמצע (חודשים יוני-יולי 2017). סה"כ 20 חודשי עבודה של איסוף נתונים בשטח. תקופה זו כוללת 2 עונות נדידת סתיו, 2 עונות חורף ו-2 עונות של נדידת אביב. מטעמים של מגבלות תקציביות הוחלט לוותר על עונות הקיץ היות ועיקר הפעילות של עופות מתקיימת בעונות הנדידה (סתיו ואביב) ובמהלך החורף (Frumkin, R. et al. 1995).

4.ד. שיטות עבודה

סריקה ואיתור עופות פגועים:

עבודות שנעשו בחו"ל הראו כי יעילות האיתור של כלבים גבוהה מזו של סורק אנושי בשיעור ניכר ומבוצעות מהר יותר (Homan et al. 2001, João et al. 2011). לפיכך, הניטור בוצע על ידי כלב וכלב גישוש.

הסריקות התבצעו בשעות אחה הצהריים לפני החשיכה. כל סריקה ארכה כ-4 שעות וכללה את כל ארבעת המקטעים. תדירות הניטור הייתה אחת לשבוע. סך הכל בוצעו 37 סריקות. סדר המקטעים השתנה בין סריקה לסריקה כך שבמהלך הניטור נוטרו המקטעים השונים בכל שעות הניטור.



קאלי, כלבת הגישוש, בפעולה צילום: ספי סהר

בחודשיים וחצי הראשונים, בשל מגבלות זמינות של כלבי הגישוש, התבצעה הסריקה על ידי צפר. בכל מקטע הסריקה התבצעה בשני חתכים, אחד מכל צד של קו המתח. צד אחד הלך וצד שני בכיוון חזרה לנקודת ההתחלה. ההליכה בחתך נעשתה בזיג-זג על מנת למקסם את יעילות הסריקה (APLIC 1994). בשל קצב הסריקה הנמוך יותר של צפר ביחס לכלב גישוש, כל סריקה ארכה כ-4 שעות, החל באור ראשון וכללה 2 מקטעים בלבד. סריקה מלאה של כל שטח המחקר דרשה שני ביקורים רצופים באותו השבוע. בסך הכל ביצע הסורק 8 ביקורים בשטח בחודש, בהם ערך ארבע סריקות שטח מלאות.

עם תחילת הסריקות על ידי כלב, השתנו שעות הסריקה. במקום באור ראשון התקיימו הסריקות במחצית היום השנייה, עד החשיכה. הסיבה לכך היא שזהו החלק ביום שבו יעילות איתור הפגרים על ידי כלבים, המשתמשים בחוש הריח, היא גבוהה יותר (ספי סהר, בע"פ).

התיעוד בשטח עבור כל ממצא שאותר (פגר, ציפור פצועה, שרידים כגון נוצות או איברים שונים) כלל:

א. הגדרה לפי אחת הקטגוריות:

1. שלם
2. שלם עם סימני אכילה או חלקי גוף (כנף, גולגולת...)
3. פיזור נוצות (ממצא הוגדר כמקבץ של מינימום 5 נוצות)
4. חי ואינו מסוגל לעוף

ב. רישום נ"צ עפ"י GPS

ג. צילום דיגיטלי

בשנת המחקר הראשונה התבצע איסוף הנתונים, כולל צילום הממצאים, על גבי טופס דיגיטלי באמצעות היישום Survey123 for ArcGIS (גרסה 1.6.11). בשנה השנייה נאספו הנתונים בעזרת היישום Cyber Tracker, "סייבר פקח", (גרסה 3.486) בשימוש ובניהול של רשות הטבע והגנים. פירוט הנתונים הנאספים בנספח 2.

כל ממצא שלא זוהה בשטח הוכנס לשקית פלסטיק אטומה, אליה צורפו פרטיו, ונשמר בהקפאה להמשך תהליך זיהוי והגדרת הציפור על ידי מומחה במוזיאון אוספי הטבע באוניברסיטת תל אביב. שרידי בעלי חיים שלא נאספו להמשך בדיקה, הורחקו מהשטח על מנת למנוע תיעוד חוזר של אותו הממצא ולצמצם משיכה של אוכלי נבלות למקום אשר גורמים להטיית התוצאות (ראו הרחבה בנושא הטיית סילוק פגרים בהמשך).



הנחת העבודה במחקר היא כי גורם המוות בכל הממצאים הוא התנגשות בקווי חשמל, למעט מקרים שבהם קיימת סבירות גבוהה שסיבת המוות היא כתוצאה מגורם אחר (לדוגמה: טריפה על ידי טורף קרקעי, טריפה על ידי עוף דורס, התחשמלות). אינדיקציה לטריפה אפשרית רק במקרה של תיעוד האירוע בזמן התרחשותו. התחשמלות מתרחשת

צילום: אלון רוטשילד

שרידי שקנאי. מאגר גלבע

לרוב בקרב עופות גדולים, בעלי מוטת כנפיים גדולה מספיק בכדי לקצר בין 2 כבלים, בעומדם על עמודי מתח גבוה בלבד ולא בקו מתח עליון. לכן עופות מחושמלים ימצאו בסמוך לעמודי מתח גבוה.

על מנת לוודא שמקור הפגרים בשטח המחקר הוא תוצאה של התנגשות בקווי מתח ולא חלק מתמותה המתרחשת במרחב שמסביב לשטח המחקר, נערכה סריקת ביקורת. בסריקה זו נבדקו 3 רצועות שטח באזור מקטע ברק: רצועה מתחת לקו המתח (רצועת המחקר). זו שנסרקה במהלך המחקר) ו-2 רצועות ביקורת, זהות במידותיהן, במרחק של 200 מ' מכל צד של רצועת המחקר.

הטיית תוצאות הסריקה:

איכות תוצאות הסריקה מושפעת ממספר גורמים (APLIC 1994). הגורמים המשמעותיים ביותר הם:

1. מידת היעילות של הסורק באיתור פגרים ושרידי פגרים.
2. סילוק פגרים מהשטח על ידי בע"ח אוכלי נבלות, בין שני מועדי דיגום צמודים.

• יעילות הסורק:

בכדי לצמצם את הטיית התוצאות עקב פספוס חלק מהפגרים על ידי הסורק, נערכו בדיקות שמטרתן חישוב מידת יעילות האיתור של הסורק. יעילות האיתור של הסורק הינה אינדיקטוראלית ויכולה להשתנות לאורך השנה כתלות במזג אוויר, גידולים עונתיים בשדות או גובה הצמחייה. לכן בוצעו מספר בדיקות ליעילות הסורק, במועדים שונים לאורך השנה. בבדיקות אלה פוזרו פגרי ציפורים, על ידי גורם חיצוני, בנקודות ידועות מבלי שהסורק יודע את מיקומם. בתום הסריקה נרשמו הפגרים שנמצאו מתוך כלל הפגרים "השתולים" שהונחו בשטח. מקדם יעילות הסורק שווה ליחס של 1 חלקי החלק היחסי של מספר הפגרים שנמצאו על ידי הסורק מתוך כלל הפגרים שהונחו במהלך בדיקות היעילות (Ponce et al. 2010). פירוט של שיטות ביצוע הבדיקה מופיע בנספח 2 (הטיית הסורק).

• סילוק פגרים ע"י אוכלי נבלות:

גורם נוסף המשפיע על דיוק התוצאות הוא סילוק פגרים מהמקום על ידי אוכלי נבלות. מחקרים מראים כי פגרים רבים נעלמים (נאכלים או מסולקים) מהמקום תוך כמה ימים (Henrich et al. 2016, Bevanger and Broseth 2004). כתוצאה מכך, ציפור שנפגעה לאחר סריקת השטח יכולה להיעלם לפני מועד הסריקה הבא ולא להיכלל בתוצאות. על מנת לצמצם את הטיית התוצאות עקב סילוק פגרים, מתבצע כיוול "התכלות" של פגרים בצורה מלאכותית ומחושב קצב היעלמות הפגרים בשטח המחקר. מחישוב זה ניתן ללמוד מהו אחוז הפגרים הנותרים בשטח כעבור 7 ימים (מספר הימים בין שני ימי ניטור רצופים) ולהכניס גורם זה לעיבוד התוצאות בהמשך. קצב ההתכלות יכול להשתנות לאורך עונות השנה,

כתלות במזג האוויר או ברמת הפעילות של אוכלי הנבלות וגורמים נוספים. אי לכך, כיול ההתכלות נעשה 4 פעמים לאורך המחקר, במהלך העונות השונות במקביל לעבודת הניטור (בדיקת התכלות הפגרים נעשתה בשיתוף פעולה עם הסורק, בכדי לוודא שהפגרים שהונחו לצורך הבדיקה לא יורחקו מהשטח על ידו במהלך הסריקות). אופן ביצוע כיול ההתכלות מתואר בנספח 3 (הטיית סילוק פגרים).

מקדם זמן ההתכלות שווה ליחס של 1 חלקי החלק היחסי של מספר הפגרים שנמצאו על ידי הסורק מתוך כלל הפגרים שהונחו בבדיקת ההתכלות כעבור שבעה ימים מפיזורם בשטח. מקדם זמן ההתכלות חושב בנפרד עבור קטגוריות הגודל השונות של הפגרים (קטן, בינוני וגדול).

בכדי לקבל הערכה של מספר ההיפגעויות האמיתי, הוכפל מספר הממצאים (פגרים, שרידי עופות וכד') שנמצאו במהלך המחקר (להלן תוצאות ראשוניות) במקדמים המחושבים.

צמצום ההשפעה האפשרית של קו מתח גבוה:

לאורך 2 המקטעים הצפוניים נמצא גם קו מתח גבוה שעופות עלולים להתנגש בו. על מנת לנטרל עד כמה שניתן את השפעתו, הוא סומן טרם תחילת הניטור בהתקנים תלויים (suspended devices) הקיימים ברשות חח"י, מק"ט 4249157. בשל מחסור בכמות זמינה של התקנים אלה, הורכבו במקומם על המקטע הצפוני ביותר של קו המתח הגבוה כדורי אזהרה אדומים, מספר מק"ט 222106. בסך הכל, מתוך 2,225 מטרים של קו מתח גבוה לסימון, סומנו 1,850 מטרים בהתקנים תלויים ו-300 מטרים בכדורי אזהרה. המקטע האחרון והקצר (75 מטרים) לא סומן. ראו פירוט בנספח 4. מצבם של אמצעי הסימון על קו המתח הגבוה נבדק לאורך המחקר על מנת לוודא את המשך תפקודם. עד תום המחקר (כשנתיים) נשמר מצבם של אמצעי הסימון תקין.



צילום: דותן יושע

קו המתח הגבוה לאחר סימונו בהתקנים התלויים

נטרול השפעת גורמי מוות שאינם התנגשות:

הנחת העבודה במחקר היא כי גורם המוות בכל הממצאים הוא התנגשות בקווי חשמל, למעט מקרים שבהם קיימת אינדיקציה ברורה לסיבה אחרת המעידה על גורם אחר (לדוגמה: טריפה על ידי טורף קרקעי, טריפה על ידי עוף דורס, התחשמלות). התחשמלות מתרחשת לרוב בקרב עופות גדולים, בעלי מוטת כנפיים גדולה מספיק בכדי לקצר בין 2 כבלים, בעומדם על עמודי מתח גבוה בלבד ולא בקו מתח עליון. לכן עופות מחושמלים ימצאו בסמוך לעמודי מתח גבוה. קו מתח גבוה עובר לאורך שני המקטעים הצפוניים – גלבע ופסולת. ממצאים שנמצאו בטווח של עד 20 מ' (נלקחה בחשבון האפשרות כי הפגר עלול להיגרר ממקום נפילתו) מעמוד מ"ג שאינו ממוגן כנגד התחשמלויות, נופו מהנתונים.



איור 4: סימון קו המתח הגבוה ומספרי העמודים בשני המקטעים הצפוניים, גלבע ואתר פסולת



צילום: דפנה שחורי

התקנת ההתקנים התלויים על קו מ"ג

4.ה. עיבוד נתונים וסטטיסטיקה

ארבעת המקטעים מיונו לפי שימושי הקרקע העיקריים שנמצאים בתחומם; מקטעים ברק וגלבע – שימוש קרקע "מים" (קרבה למאגר מים). מקטע חקלאות – שימוש קרקע "חקלאות". מקטע פסולת – שימוש קרקע "פסולת" (קרבה לאתר פסולת). בגלל ההבדלים באורך הכולל של המקטעים בשימושי השטח השונים (שימוש קרקע "מים" כפול באורכו מכל אחד משימושי הקרקע האחרים), נורמלו הנתונים לפי מספר ממצאים ליחידת אורך. חשוב לציין כי חלוקה זו אינה מוחלטת מכמה סיבות:

1. בכל מקטע יכולים להיות כמה שימושי קרקע במקביל. לדוגמה – מים וחקלאות במקטע ברק או חקלאות ופסולת במקטע פסולת.
 2. הקרבה הגיאוגרפית של המקטעים זה לזה עלולה להשפיע ולטשטש את ההשפעה הספציפית של כל שימוש קרקע על המקטע בו הוא נמצא.
 3. שונות במידת ההשפעה של שימוש הקרקע: הבדלים במרחק של קו החשמל ממאגרי המים יכולים להשפיע על מספר ההתנגשויות של ציפורים (מאגר גלבע צמוד לקו המתח, מאגר ברק מרוחק ממנו כ-400 מ').
- למרות סייגים אלה, קיבל כל מקטע שימוש קרקע אחד עיקרי בכדי לנסות וללמוד האם ישנם מתאמים בין הממצאים לבין אותם שימושי קרקע, בהתחשב בהסתברויות הנדרשות. בשל הבדלים באורך הזמן של העונות השונות, נורמלו הנתונים לפי מספר ממצאים לחודש. בכדי לבדוק את מידת ההשפעה של אמצעי הסימון נערכו שתי בדיקות. הבדיקה הראשונה התייחסה לשנה השניה במחקר והשוותה בין האזורים המסומנים לבין אזורי הביקורת לפי הפרמטרים השונים (להלן "**בדיקת שנה-ב'**"). בדיקה זו אינה מושפעת מהתנודתיות הגדולה במספרי הציפורים בין השנים השונות, אולם היא מתבססת על למסד נתונים מצומצם יותר. בבדיקה השניה חושב היחס של מספר הממצאים בין השנים עם הפרדה בין אזורי הסימון לאזורי הביקורת, עבור הפרמטרים הנבדקים במחקר. בדיקה זו מושפעת מהתנודתיות הגדולה במספרי העופות בין השנים, אולם היא מצמצמת את ההשפעה של הגורמים המרחביים, מאחר והיא בודקת את השינוי שחל באותו מרחב בין השנים (להלן "**בדיקת בין-השנים**"). מאחר ומספרי העופות בין השנים משתנים, בדיקת בין-המינים אינה מתייחסת להבדל הכמותי בין שנה ב' לשנה א' (אם היתה עליה או ירידה במספר הממצאים), אלא מחשבת את היחס עבור אזורי הסימון ואזורי הביקורת ומשווה ביניהם. במידה והיחס שהתקבל באזורי הניסוי קטן מהיחס שהתקבל באזורי הביקורת, ניתן לומר שלאמצעי הסימון היתה השפעה חיובית בצמצום מספר ההתנגשויות.

על מנת לבחון את התרומה הסטטיסטית היחסית של כל המשתנים להסתברות להתנגשות, בוצע מבחן generalised linear model ממשפחת Negative binomial. לחישוב הסתברות התנגשות נעשה שימוש במשתנה בינארי (כן או לא). המשתנים בהם נעשה שימוש היו שימוש קרקע (מאגר מים, אתר פסולת, חקלאות), נוכחות אמצעי סימון על הקו במקטע

(כ/לא), עונה (חורף, אביב, קיץ-סתיו), שנה (א' או ב') והאינטראקציה בין עונה לשימוש קרקע. נעשה שימוש בשיטות מתחום תורת האינפורמציה על מנת לבחון את המודלים השונים לפי עוצמתם הסטטיסטית. כל המודלים האפשריים בקומבינציות השונות למשתנים הורצו, ומינו לפי עוצמתם הסטטיסטית הנמדדת בעזרת ערך Akaike Information Criteria (AICc) המתחשב גם בהבדלים בגודל מדגם. לפי (Burnham & Anderson, 2004), מודל אשר ערך ה-AICc שלו נמוך בשתי יחידות לפחות יחסית למודל האפס (ללא משתנים) או למודל פשוט יותר (המכיל פחות משתנים) זוכה לתמיכה סטטיסטית חזקה.

5. תוצאות

המספר הכולל של הממצאים שאותרו במהלך כל הסקר הוא 817. בשנה א' אותרו 360 ממצאים ובשנה ב' לאחר הסימון (50% מכל מקטע) אותרו 457 ממצאים. 701 ממצאים זוהו (זיהוי של המין עד זיהוי רק של הסדרה של העוף) ו-116 לא זוהו. בסך הכל זוהו 68 מינים שונים של עופות (טבלה 1). הסבר ופירוט של דרגות הסיכון בהתאם לספר האדום של העופות בישראל (מירז ושות', 2017) מובאים בהמשך (טבלה 2).

ניפוי ממצאים

מתוך הנתונים הגולמיים נופו ממצאים שהיתה סבירות גבוהה לכך שסיבת המוות שלהם אינה התנגשות בקווי מתח אלא סיבה אחרת. נתונים אלה לא נכללים בעיבוד הממצאים ובתוצאות הסופיות.

- א. התחשמות: 5 ממצאים (כולם ממין אנפת בקר) שאותרו בסמוך לעמוד של קו מתח גבוה במקטע פסולת (עמוד מספר 218 איור 4) נופו בגלל סבירות גבוהה לכך שסיבת המוות היא התחשמות על עמוד החשמל.
- ממצאים אחרים שאותרו בקרבת עמודי מתח גבוה לא נופו ולא נחשבו ככאלה שהתחשמו, מהסיבות הבאות:
 - מינים שאינם נוהגים לעמוד על קווי מתח (שקנאי מצוי, ברכיה, עגור אפור).
 - מינים שאינם גדולים מספיק בכדי ליצור קצר ולהתחשמל (תור מצוי, תור צווארון, סבכי שחור ראש, עפרוני מצויץ).
 - מינים שנמצאו בסמוך לעמודים ממוגנים בפני התחשמות (עורב אפור, מינים לא מזוהים).

ב. טריפה:

במהלך הסקר נצפה בז נודד שחרף באזור והשתמש בעמודי המתח העליון כנקודות תצפית לשיחור מזון ואכילת הטרף שלו. במהלך ניתוח הנתונים נמצאו ריכוזים גבוהים של ממצאים בקרבת העמודים והיה צורך לנפות ממצאים שסיבת המוות שלהם היתה (כנראה) טריפה על ידי הבז הנודד בסבירות גבוהה. בסך הכל נופו 79 ממצאים שנמצאו בקרבת עמודי המתח העליון (ברדיוס של 15 מטר מהעמוד) והיו ממינים פוטנציאליים לטריפה על ידי בז נודד.

דרגת שימור עולמית	דרגת שימור אזורית חדשה	מספר ממצאים		מין	
		שנה ב	שנה א		
חופמאים Charadriiformes					
LC		0	1	חרטומית ביצות	35
LC		0	1	חרטומית גמדית	36
LC		0	1	חרטומן יערות	37
NT		0	1	לימוזה מצויה	38
	LC	4	4	סיקסק	39
NT		4	0	קיווית מצויצת	40
	LC	7	3	כרוון	41
		0	1	חופמאי ב"מ	
	LC	0	1	שחף אגמים	42
		5	1	שחף ב"מ	
	NT	2	10	שחף צהוב רגל	43
יונאים Columbiformes					
		24	8	יונה ב"מ	
	LC	36	23	יונת הבית	44
	LC	0	1	צוצלת	45
VU	NT	42	2	תור מצוי	46
	LC	29	9	תור צווארון	47
ציפורי שיר Passeriformes					
	LC	2	1	דרור הבית	48
LC		1	0	זמיר הירדן	49
LC	CR	1	0	זמירון	50
LC		1	1	זרזיר מצוי	51
LC		33	5	זרעית השדה	52
LC	VU	0	1	נחליאלי לבן	53
LC	VU	1	0	נחליאלי צהוב	54
	LC	0	1	נקר סורי	55
		1	0	סבכי ב"מ	
	DD	0	2	סבכי שחור כיפה	56
	LC	0	1	סבכי שחור ראש	57
	NT	2	0	סבכי קוצים	58
	VU	0	1	סלעית ערבות	59
	LC	2	5	עורב אפור	60
	LC	5	9	עורבני	61
LC		2	0	עלווית חורף	62
	LC	5	5	עפרוני מצויץ	63
	EN	0	2	עפרוני ענק	64
LC		2	0	פרוש מצוי	65
		4	1	ציפור שיר ב"מ	
	CR	0	1	קנית אירופית	66
	LC	3	2	קנית קטנה	67
דוכיפתאים Upupiformes					
	LC	2	3	דוכיפת	68
לא מזוהה					
		50	66	לא מזוהה	

דרגת שימור עולמי	דרגת שימור אזורית חדשה	מספר ממצאים		מין	
		שנה ב	שנה א		
שקנאים Pelecaniformes					
	RE	1	2	אנפה אפורה	1
	LC	14	26	אנפית בקר	2
	LC	2	0	אנפת לילה	3
LC		1	0	לבנית גדולה	4
	NT	2	2	לבנית קטנה	5
	LC	4	10	מגלן חום	6
LC		1	0	כפן	7
		0	2	קורמורן גמדי	8
LC		8	10	שקנאי מצוי	9
חסידאים Ciconiformes					
LC	VU	2	3	חסידה לבנה	10
	LC	0	2	חסידה שחורה	11
אווזאים Anseriformes					
		7	6	ברווז ב"מ	
	LC	78	41	ברכיה	12
LC		2	2	מרית צפונית	13
LC	NA	0	2	קרקיר	14
	NA	14	20	שרשר מצוי	15
טבלנאים Podicipediformes					
LC		1	0	טבלן בינוני	16
		1	0	טבלן ב"מ	
דורסי יום Falconiformes					
LC		1	0	איית צרעים	17
	LC	2	4	בז מצוי	18
EN		0	1	בז ציידים	19
		1	1	דורס ב"מ	
	RE	5	2	דיה מצויה	20
	LC	1	2	חיויאי	21
NT		0	1	עקב חורף	22
NT		0	2	עקב עיטי	23
CR	CR	1	0	עית ניצי	24
VU	NA	0	2	עית צפרדעים	25
דורסי לילה Strigiformes					
	NT	1	0	אוח עיטי	26
	LC	0	2	ינשוף עצים	27
	LC	1	4	תנשמת לבנה	28
תרנגולאים Galliformes					
	CR	4	1	שליו נודד	29
עגוראים Gruiformes					
LC		1	0	ברודית קטנה	30
LC		3	4	מלכישליו	31
	LC	3	1	סופית	32
LC		25	31	עגור אפור	33
LC		1	0	רלית המים	34
		1	0	רליתיים ב"מ	

טבלה 1: רשימת הממצאים לפי סדרות טקסונומיות, מספר פרטים ודרגות הסיכון (ב"מ = בלתי מזוהה)

EX	Extinct	נכחד	אין ספק שהפרט האחרון המסוגל להתרבות מת.
RE	Regionally Extinct	נכחד באזורנו	אין ספק שהפרט האחרון המסוגל להתרבות נכחד מהאזור כמקנ
CR	Critically endangered	בסכנת הכחדה חמורה	עדויות מצביעות על כך שהמין חשוף לסיכון חמור מאוד של הכחדה בבר: צפויה ירידה בגודל האוכלוסייה של כ-80% בעשר השנים הקרובות.
EN	Endangered	בסכנת הכחדה	עדויות מצביעות על כך שהמין חשוף לסיכון חמור של הכחדה בבר: צפויה ירידה בגודל אוכלוסייה של כ-50% בעשר השנים הקרובות.
VU	Vulnerable	עתידי בסכנה	עדויות מצביעות על כך שהמין חשוף לסיכון של הכחדה בבר: צפויה ירידה בגודל האוכלוסייה של כ-30% בעשר השנים הקרובות.
NT	Near Threatened	בסיכון נמוך	מין שבמצבו הנוכחי אינו נכלל באחת מקטגוריות הסיכון החמור (CR, EN, VU), אך מצבו עלול להגיע בעתיד הקרוב לקטגוריה VU.
LC	Least Concern	לא בסיכון	
DD	Data Deficient	חסר מידע	מין שקיים מידע שאינו מספק בכדי לקבוע את גורמי
NE	Not Evaluated	לא הוגדר	מין שהמידע אודות התפוצה והשפע שלו אינו זמין ולכן אינו מאפשר לקבוע את גורמי הסיכון עבורו

טבלה 2: פירוט והסבר דרגות הסיכון לפי הספר האדום של העופות בישראל (מירוז ושות', 2017)

סריקת ביקורת – ממצאים מתחת לקו מתח לעומת בשטח מרוחק מקו המתח

בסריקת הביקורת שנערכה בתאריך 9.10.18 נמצאו 10 ממצאים ברצועת המחקר (מתחת לקו המתח) ו-0 ממצאים בשתי רצועות הביקורת המרוחקות 200 מ' לכל צד מרצועת המחקר. התוצאות מאששות את ההנחה כי מקור הממצאים במחקר הוא תוצאה של התנגשות בקו המתח העליון.

שקלול מקדמי התכלות ויעילות סורק

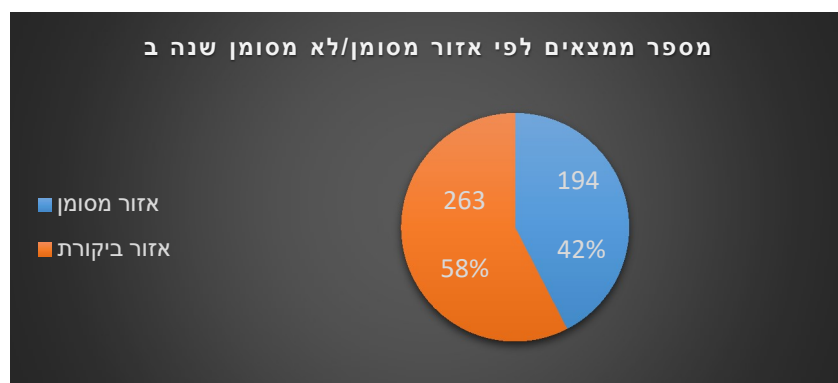
בכדי לצמצם את ההטיה הנובעת מסילוק פגרים ע"י אוכלי נבלות ומיכולת מוגבלת של הסורק לאתר את כל הפגרים בשטח ולהעריך את מספר ההפגעויות האמיתיות, הוכפלו התוצאות הראשוניות של מספר הממצאים במקדמים שחושבו בתום בדיקות ההתכלות ויעילות הסורק שהתבצעו במהלך הסקר, כפי שתואר בסעיף השיטות. מקדמי ההתכלות של פגרים קטנים, בינוניים וגדולים, נמצאו כ- 2.33, 1.56 ו-1.2 בהתאמה. ניתן לראות כי פגרים קטנים נעלמים בקצב כמעט כפול מזה של פגרים גדולים. מקדם יעילות הסריקה של הסורק הצפר הוא 1.71 (הסורק הצפר לא מצא את כל הפגרים שהונחו במהלך הבדיקות). מקדם יעילות הסריקה של סורק כלבן הוא 1 (הכלב מצא את כל הפגרים שהונחו במהלך הבדיקות, כלומר 100% הצלחה).

מספר הפגיעות המחושב, לאחר ניפוי הנתונים ושקלול המקדמים של יעילות הסריקה וההתכלות, הוא 735 בשנה א' ו-867 בשנה ב'. בסך הכל 1602 פגיעות של עופות בקו המתח בתחום הניטור. ערך זה כמעט כפול ממספר הממצאים שאותרו בסריקות בפועל.

מספר הפגיעות משוקלל ממוצע ל-1 ק"מ בשנה עומד על 184 בשנה א' ו-217 בשנה ב'.
המספר הממוצע לכל הסקר הוא 200 פגיעות ל-1 ק"מ בשנה.

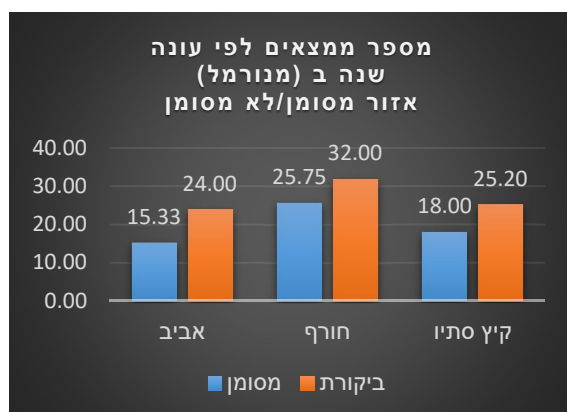
5.א. השוואת מספר הממצאים בין אזורי הסימון לאזורי הביקורת – בדיקת שנה ב'

מספר הממצאים באזורי הסימון בשנה ב' (194) היה נמוך ב-26% ממספר הממצאים באזורי הביקורת שלא סומנו באמצעי סימון (263) (איור 6). לא נמצאה מובהקות סטטיסטית להבדל בין מקטעי הניסוי לביקורת ($F=1.28, p>0.05$).

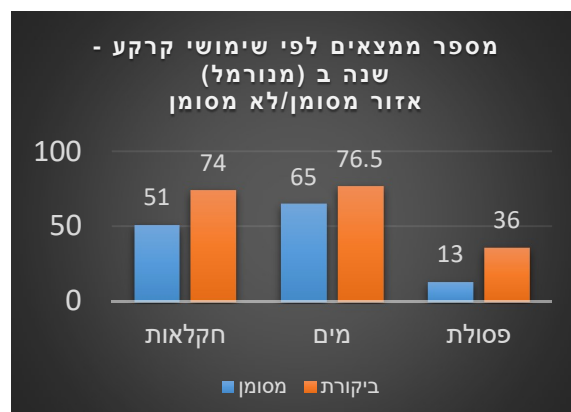


איור 6: התפלגות כלל הממצאים בשנה ב' בין אזורי הטיפול (מסומנים) לבין אזורי הביקורת (לא מסומנים).

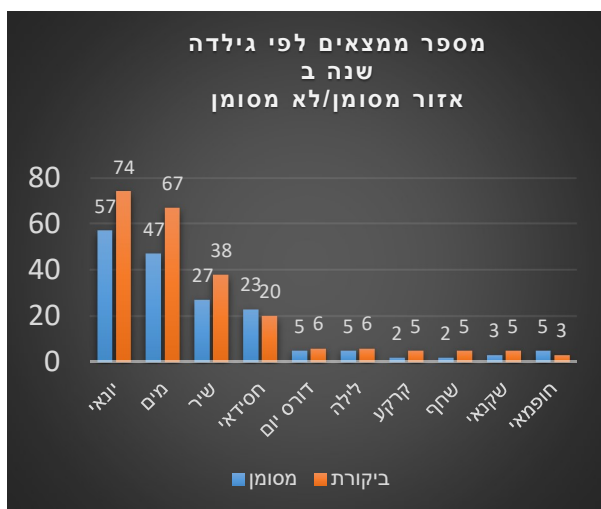
בבחינה של כל הפרמטרים השונים (שימושי קרקע, עונה, קטגורית גודל וגילדה: איורים 7-10) בשנה ב', נמצא כי ברוב הפרמטרים הנבדקים היה מספר הממצאים נמוך יותר באזורי הסימון לעומת אזורי הביקורת. בשתי קבוצות בלבד מספר הממצאים באזורי המסומנים היה גבוה יותר מאשר באזורי הביקורת: גילדת החסידאים וגילדת החופמאים (איור 10), אולם ההפרשים במספר הממצאים בין האזורים בקבוצות אלה היו זניחים (3 ממצאים בקרב החסידאים ו-2 ממצאים בקרב החופמאים).



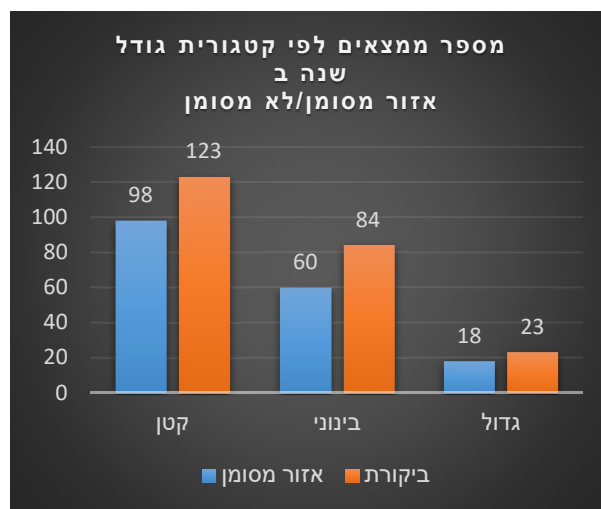
איור 8: התפלגות כלל הממצאים בשנה ב' לפי עונה בשנה בין אזורי הסימון לבין אזורי הביקורת.



איור 7: התפלגות כלל הממצאים בשנה ב' לפי שימושי קרקע בין אזורי הסימון לבין אזורי הביקורת. הנתונים מנורמלים לפי מספר ממצאים לק"מ.



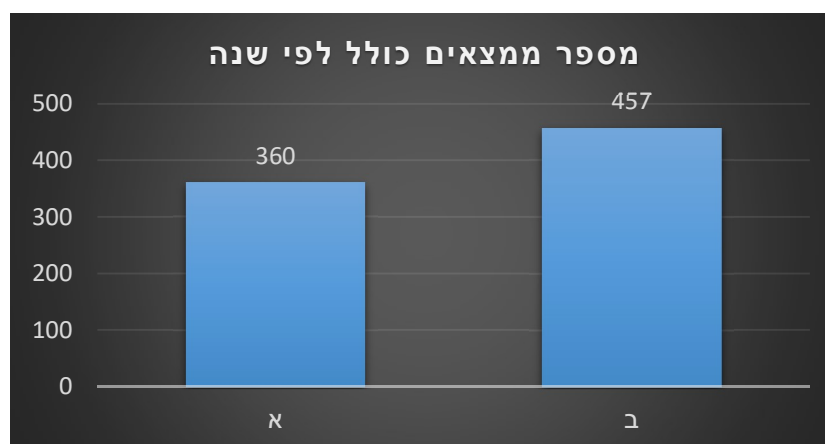
איור 10: התפלגות כלל הממצאים בשנה ב' לפי גילדות בין אזורי הסימון לבין אזורי הביקורת.



איור 9: התפלגות כלל הממצאים בשנה ב' לפי קטגוריית גודל בין אזורי הסימון לבין אזורי הביקורת.

5.ב. השפעת הסימון לפי פרמטרים - השוואה בין שנה א' לבין שנה ב' – בדיקת בין-השנים

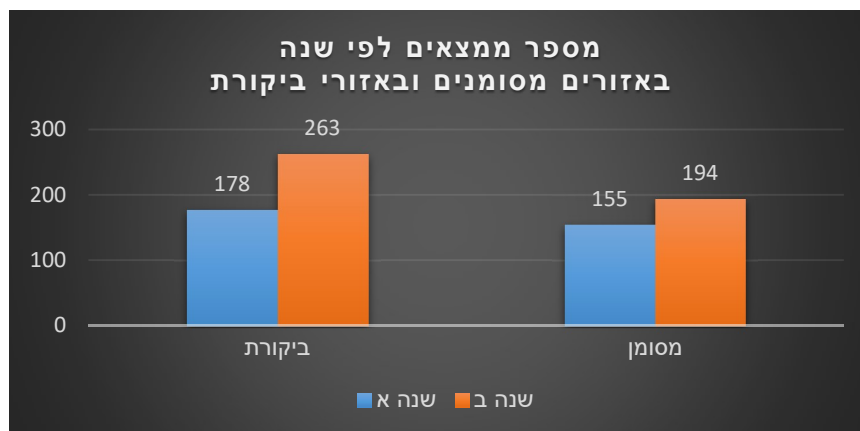
מספר הממצאים בשנה ב' היה גבוה יותר ממספר הממצאים בשנה א', 457 ו-360 בהתאמה.



איור 11: התפלגות כלל הממצאים בין שנה א' (טרום סימון) לשנה ב' (לאחר הסימון).

מספר הממצאים בשנה ב' היה גבוה יותר ממספר הממצאים בשנה א' גם באזורי הסימון וגם באזורי הביקורת (איור 12), כנראה בעקבות תנודות בכמות העופות במרחב בין שנה לשנה. יחס הממצאים בין שנה ב' לבין שנה א' גבוה יותר באזורי הביקורת ($263/178=1.48$) מאשר באזורי הסימון ($194/155=1.25$), כלומר העליה היחסית בכמות הממצאים באזורי הביקורת, שלא סומנו, היתה גדולה יותר מאשר באזורי הסימון. תוצאת המבחן הסטטיסטי מראה כי לא היה הבדל מובהק במספר הממצאים בין השנים הן באזורי הביקורת ($F=4.19, p>0.05$) והן באזורים המסומנים ($F=0.53, p>0.05$). נתון זה מעיד כי למרות העליה הכללית במספר

הממצאים משנה א' לשנה ב', היתה ירידה יחסית של מספר הממצאים באזורים המסומנים לעומת אזורי הביקורת.



איור 12: השוואה של מספר הממצאים באזורי הסימון ובאזורי הביקורת בין שנה א' לשנה ב'.

השוואה בין היחס שהתקבל באזורי הביקורת ליחס שהתקבל באזורי הסימון מאפשרת לחשב את מידת ההשפעה של אמצעי הסימון ולבדוק האם היתה הפחתה בהתנגשויות לאחר הסימון.

טבלה 3 מסכמת את אחוזי ההפחתה במספר הממצאים לאחר הסימון בכל אחד מהפרמטרים, בשתי הבדיקות שנעשו (שנה-ב' ובין-השנים).

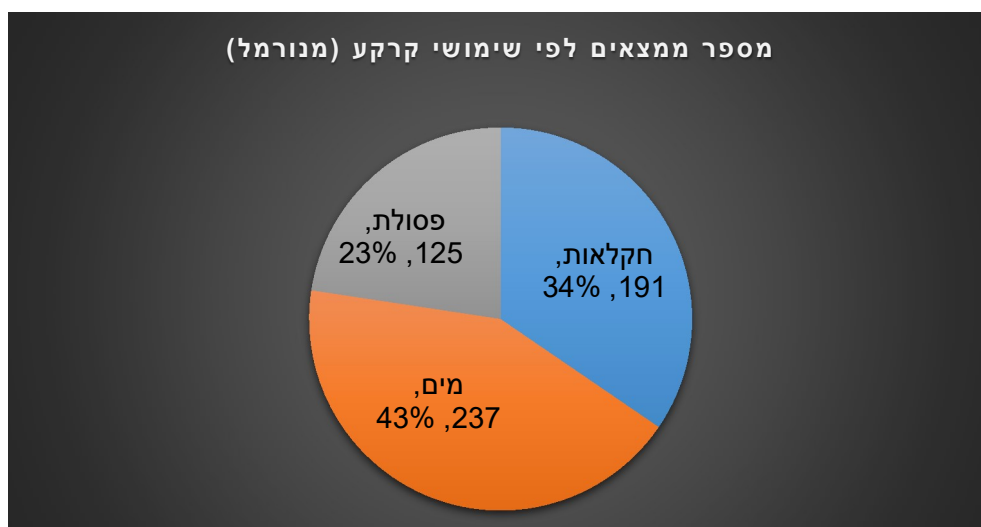
פרמטר	אחוז הפחתה בין שנה ב' לשנה א'	אחוז הפחתה בין השנים
שימושי קרקע	64	7.14
גילדה	60	73.33
גילדה	60	6.67
גילדה	40	74.29
עונה	36	14.91
שימושי קרקע	31	42.61
גילדה	30	41.54
גודל	29	11.33
גילדה	29	48.68
עונה	29	3.32
כללי	26	15.29
גילדה	23	-43.05
גודל	22	27.54
גודל	20	-0.64
עונה	20	19.82
גילדה	17	-87.50
גילדה	17	28.57
שימושי קרקע	15	19.01
גילדה	-15	-105.26
גילדה	-67	-25.00

טבלה 3: אחוז ההפחתה במספר הממצאים בשתי הבדיקות (שנה-ב' ובין-השנים), בכל אחת מהקבוצות שנבדקו (כלל הנתונים מוینו לפי 4 פרמטרים שונים שבכל אחד מהם נבדקה מידת ההשפעה של אמצעי הסימון. כל פרמטר חולק לקבוצות משנה; 1. שימושי קרקע – מים, חקלאות ופסולת. 2. גילדה – יונאים, עופות מים, עופות קרקעיים, פעילי לילה, חופמאים, שחפים, שקנאים, ציפורי שיר, דורסי יום, חסידאים. 3. עונה – קיץ-סתיו, חורף, אביב. 4. גודל גוף – קטן, בינוני, גדול.)

אחוזי ההפחתה שהתקבלו בבדיקת שנה-ב' נעים מ-15% (שימוש קרקע "מים") עד 64% (שימוש קרקע "פסולת") וההפחתה של כלל העופות היא 26%. שתי קבוצות לא הושפעו מאמצעי הסימון לפי בדיקה זו: חסידאים וחופמאים. בבדיקת בין-השנים נעים אחוזי ההפחתה בין 3% (עונת קיץ-סתיו) ל-74% (גילדה שקנאים). ההפחתה של כלל העופות היא 15%. בבדיקה זו היו 5 קבוצות שלא הושפעו מאמצעי הסימון: חסידאים וחופמאים (כמו בבדיקה הראשונה). גילדה- דורס יום, גודל – קטן, גילדה – יונאים. בשלוש קבוצות אין הלימה בין שתי הבדיקות שנעשו.

שימושי קרקע

התפלגות הממצאים לפי שימושי קרקע במחקר כולו היא 43%, 34% ו-23% בקטגוריות המים, החקלאות והפסולת בהתאמה (איור 13), כלומר שימוש הקרקע שבו היה מספר ההתנגשויות הגבוה ביותר (237) הוא "מים" (קרבה למאגר מים). בשימוש קרקע "פסולת" היה מספר ההתנגשויות הנמוך ביותר (125). תוצאת המבחן הסטטיסטי מראה כי היה הבדל מובהק במספר הממצאים בין שימושי הקרקע השונים ($F=6.39$, $p<0.05$). תוצאה זו מקבלת חיזוק ממבחן סטטיסטי נוסף שבו נבדקו כל השילובים האפשריים בין כל הפרמטרים שעשויים להשפיע על ההסתברות למציאת ממצאים (טבלה 5). במבחן זה נמצא כי המודל היחיד שזכה לתמיכה סטטיסטית חזקה בהשוואה למודל האפס היה מודל שכלל רק שימושי קרקע ($\Delta AICc=1.99$). מודל זה העמיס 30.1% מכלל החוזק הסטטיסטי של כל המודלים. מודלים נוספים שהיו בעלי תמיכה סטטיסטית גבוהה יותר ממודל האפס אך לא עברו את ערך הסף לתמיכה חזקה כללו גם סימון (סימון הוריד את ההסתברות להתנגשות, גודל האפקט $= -0.053$). כמו כן, ניתן לראות כי בכל המודלים, לסימון הייתה השפעה חיובית בצמצום ההתנגשויות.



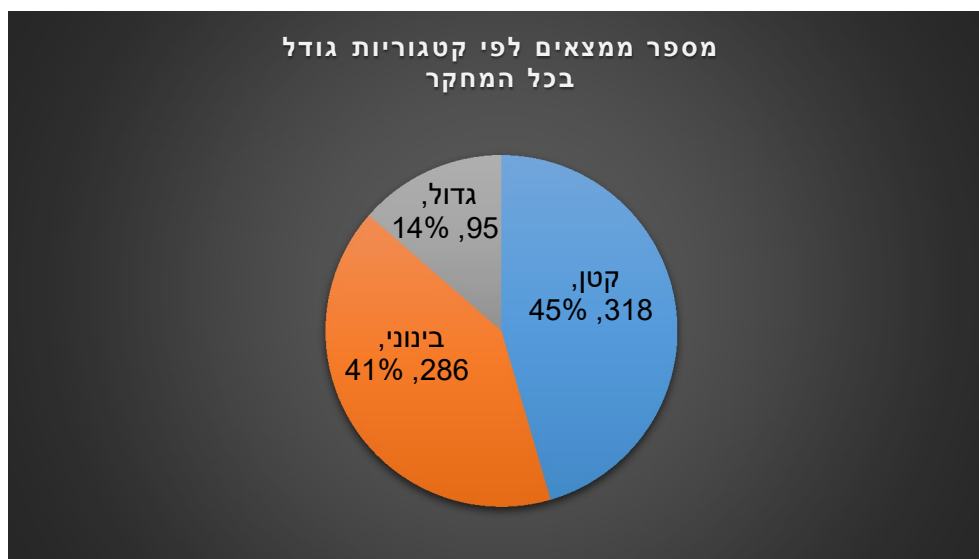
איור 13: התפלגות מספר הממצאים בכלל הסקר לפי שימושי קרקע. הנתונים מנורמלים לפי מספר ממצאים לק"מ.

Model	Land-use	Mark	Season	Year	Land-use * season	df	AICc	$\Delta AICc$	weight
LU	+					4	1785.7	-1.99	0.301
LU+Mark	+	- 0.053				5	1787.4	-0.37	0.134
LU+Year	+			+		5	1787.7	-0.06	0.114
NULL						2	1787.7	0	0.111
LU+Season	+		+			6	1788.7	1	0.067
LU+Mark+Year	+	- 0.053		+		6	1789.4	1.66	0.049
Mark		- 0.036				3	1789.5	1.82	0.045
Year				+		3	1789.7	2	0.041
LU+Mark+Season	+	- 0.056	+			7	1790.3	2.57	0.031
LU+Season+Year	+		+	+		7	1790.7	2.94	0.026
Season			+			4	1790.7	2.99	0.025
Mark+Year		- 0.041		+		4	1791.6	3.83	0.016
LU+Mark+Season+Year	+	- 0.057	+	+		8	1792.3	4.61	0.011
Mark+Season		- 0.040	+			5	1792.5	4.78	0.01
Season+Year			+	+		5	1792.7	4.99	0.009
Mark+Season+Year		- 0.045	+	+		6	1794.5	6.79	0.004
LU+Season+Year	+		+		+	10	1794.8	7.06	0.003
LU+Mark+Season+Interaction	+	- 0.054	+		+	11	1796.4	8.7	0.001
LU+Season+Year+Interaction	+		+	+	+	11	1796.8	9.03	0.001
LU+Mark+Season+Year+Interaction	+	- 0.054	+	+	+	12	1798.5	10.75	0.001

טבלה 5 : תוצאות מבחני Negative binomial generalised linear models שבחנו את השפעות משתנים שונים על ההסתברות להתנגשות. המודלים ממוינים לפי ערך ה- AICc שלהם. השינוי בערך ה- AICc מחושב יחסית למודל האפס. מודל האפס (ללא כל משתנים) מסומן בכחול. המודל הזוכה לתמיכה הסטטיסטית החזקה ביותר (LU) מסומן בהדגשה.

קטגורית גודל גוף

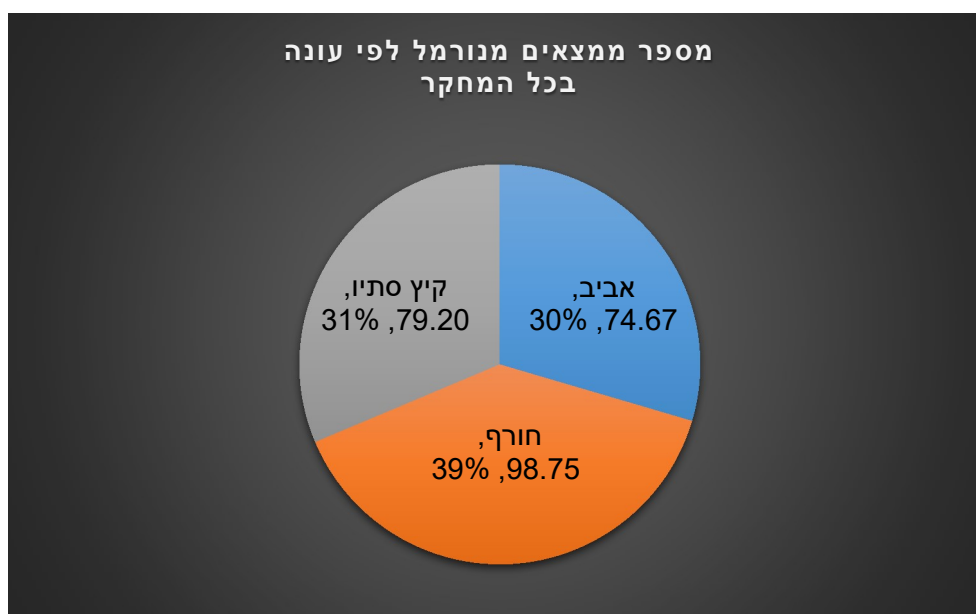
התפלגות הממצאים לפי קטגוריות הגודל במחקר כולו היא 45%, 41% ו-14% בקטגוריות העופות הקטנים, הבינוניים והגדולים בהתאמה (איור 14), כלומר עופות קטנים מתנגשים יותר מאשר עופות גדולים. תוצאת המבחן הסטטיסטי מראה כי היה הבדל מובהק במספר הממצאים בין שלוש קטגוריות הגודל ($F=7.78$, $P<0.05$).



איור 14: התפלגות מספר הממצאים בכלל הסקר לפי קטגוריות גודל.

עונה

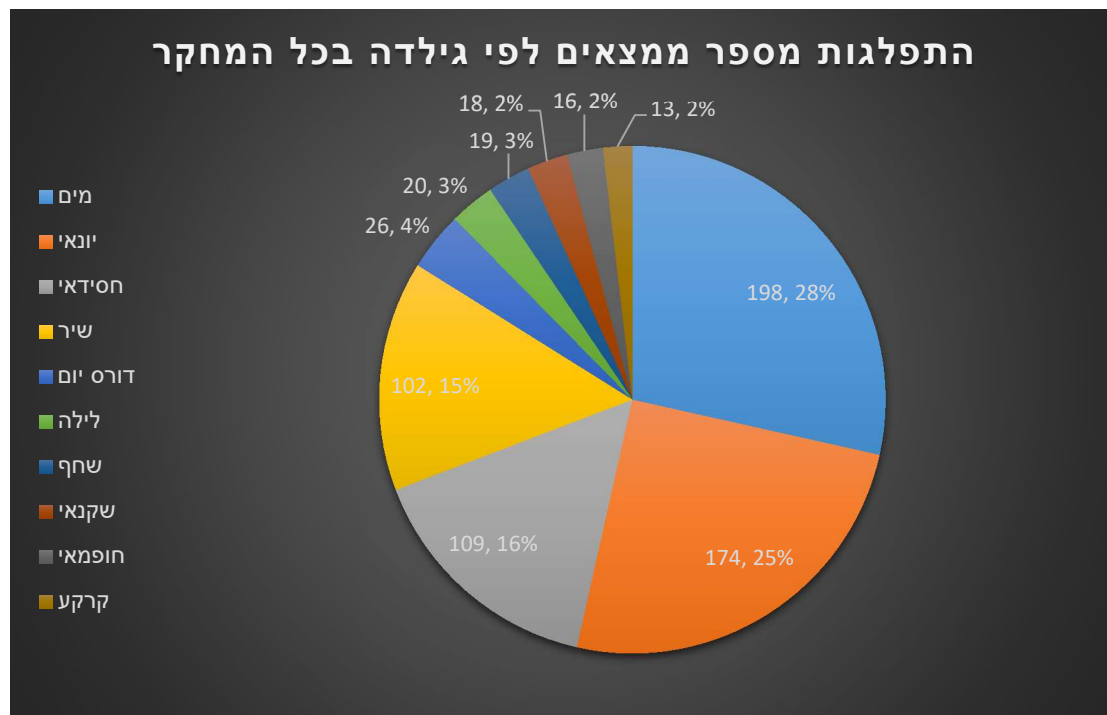
התפלגות הממצאים לפי עונה במחקר כולו היא 39%, 31% ו-30% בחורף, בקיץ-סתיו ובאביב בהתאמה (איור 15), כלומר העונה שבה היה מספר ההתנגשויות המנומלל לחודש (אורך הזמן של כל עונה היה שונה, לכן היה צורך לנרמל את הנתונים למספר ממצאים לפי חודש) הגבוה ביותר (98.75) היא החורף. בעונת האביב היה מספר ההתנגשויות המנומלל לחודש הנמוך ביותר (74.67). המבחן הסטטיסטי מראה כי היה הבדל מובהק במספר הממצאים בין העונות השונות ($F=6.4, p<0.05$).



איור 15: התפלגות מספר הממצאים בכלל הסקר לפי עונה.

גילדה

84% מכלל הממצאים בכל המחקר התפלגו בין 4 גילדות (איור 16): 28%, 25%, 16% ו- 15% בגילדות עופות מים, יונאים, חסידאים וציפורי שיר בהתאמה. המבחן הסטטיסטי מראה כי ישנו הבדל מובהק בין מספרי הממצאים בגילדות אלה ($F=2.86$, $P<0.05$). 16% מהממצאים התפלגו באופן אחיד למדי בין 6 הגילדות הנותרות: דורסי יום (4%), לילה (3%), שחפים (3%), שקנאים (2%), חופמאים (2%) וקרקע (2%).



איור 16: התפלגות מספר הממצאים בכלל הסקר לפי גילדה.

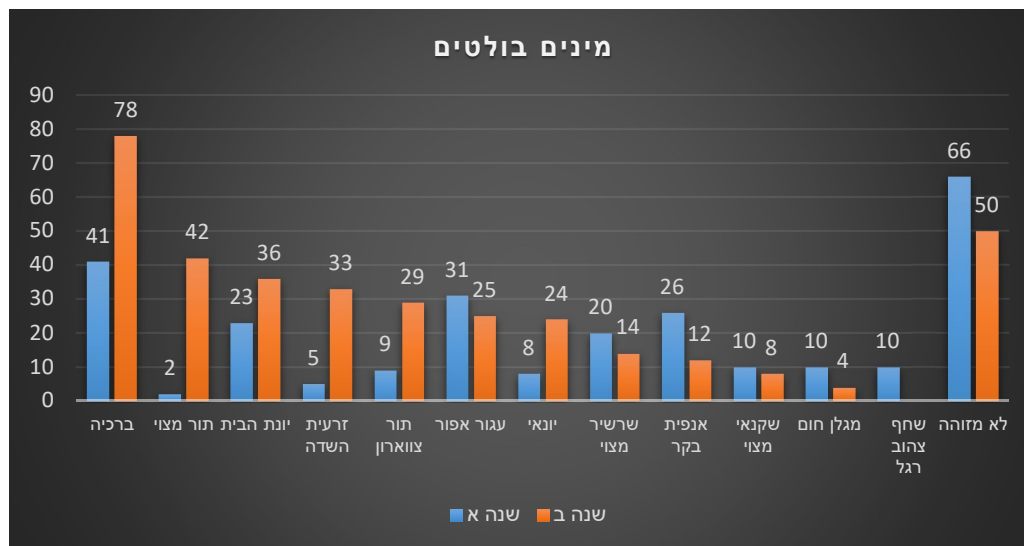
ג. מינים אדומים

מתוך כלל המינים שזוהו, 12 מוגדרים כמינים בסכנת הכחדה ברמת סיכון ארצית או עולמית (טבלה 1). 4 מינים מוגדרים ברמת סיכון עולמית: עיט צפרדעים (EN), עיט ניצי (CR), בז ציידים (EN) ותור מצוי (VU). 2 מינים נכחדו מישראל כמקננים (RE): אנפה אפורה ודיה מצויה. 10 מינים מקננים בישראל: קנית אירופית (CR), עיט ניצי (CR), זמירון (CR), שליו נודד (CR), עפרוני ענק (EN), סלעית ערבית (VU), נחליאלי לבן (VU), נחליאלי צהוב (VU), חסידה לבנה (VU) ותור מצוי (VU). מבין מינים אלה, עפרוני ענק, שליו נודד ותור מצוי עשויים לקנן באזור המחקר.

ד. מינים בולטים

מבין כלל הממצאים ניתן לציין מינים שנמצאו במספרים גבוהים (איור 17).

5 מינים מתוך רשימת המינים הבולטים קשורים לבתי גידול לחים: ברכיה, שרשיר מצוי, מגלן חום, שחף צהוב-רגל ושקנאי מצוי. 5 מינים קשורים לבית הגידול של שטחים חקלאים פתוחים שם הם מוצאים את עיקר מזונם: עגור אפור, יונת הבית, תור מצוי, תור צווארון וזרעית השדה. 2 מינים קשורים לאזורים עם ריכוזי פסולת, שם הם משחרים מזון: אנפית בקר ושחף צהוב רגל.



איור 17: פירוט המינים שנמצאו במספרים גבוהים,

6. דיון

היקף תופעת ההתנגשות של עופות בקו מתח עליון

תוצאות המחקר מעידות כי היקף תופעת התנגשות עופות בקווי מתח הינו משמעותי ביותר ולכן מחייב התייחסות וטיפול מקצועי של כל הגורמים הרלוונטיים. עבור תקופת הניטור (20 חודשים) מספר הממצאים הכולל לאחר ניפוי ממצאים לא רלוונטיים (ממצאים שמקורם בהתחשמלות או טריפה) הוא 817. לאחר שקלול מקדמי ההתכלות ויעילות הסורק, מספר הממצאים המחושב עבור תקופת הניטור הוא 1602. **מספר הממצאים המשוקלל הממוצע ל-1 ק"מ קו מתח עליון בשנה הוא 200 עופות – נתון משמעותי ביותר.**

בחינה של נתונים מהעולם מראה כי יש מקרים רבים שהמספרים הם נמוכים יותר, ולעומתם כאלה שהם גבוהים יותר: לדוגמה, מספר ההתנגשויות הממוצע ל-1 ק"מ בשנה בארה"ב נע בין 23.2 ל-29.6 (Loss et al. 2014), 87 באיטליה (Rubolini 2005), בין 30 ל-100 בבלגיה (Derouaux 2005), 30 בספרד (Derouaux 2005), ו-42.3 בקנדה (Riox et al. 2013). סיבה אחת שיכולה להסביר את המספרים הנמוכים במחקרים אלה, היא שהסריקה לאיתור הפגרים נעשתה על ידי בני אדם ולא על ידי כלב שיעילות הסריקה שלו גבוהה משמעותית מזו של אדם. במחקר הנוכחי נמצא שמקדם היעילות של כלב היה 1 ואילו זה של אדם היה 1.7 בלבד. מחקרים אחרים מרחבי העולם שמציגים מספרים גבוהים יותר (APLIC 2012,)

(Erickson 2005, Faans 1987), מציינים כי הסיבה לכך קשורה לעיתוי המחקרים (עונות נדידה) ולבתי הגידול בהם התבצעו (בקרב ביצות או בתי גידול לחים עם שפע עופות מים וכן אזורי שיחור מזון כמו שטחים חקלאים עם גידולי זרעים). לדוגמה, Derouaux et al. (2005) מציינים במאמרם כי מספר ההתנגשויות במחקר שנעשה בהולנד היה 163-217 לק"מ לשנה, ובמחקר נוסף שנערך בבליה היו 157 התנגשויות ל-1 ק"מ לשנה. Faans (1987) מציין במאמרו כי מספר ההתנגשויות באזור שופע בעופות מים (בזכות בית הגידול שבו) בארה"ב, היה 124 ל-1 ק"מ לשנה.

מספר הממצאים הגבוה בפילוט זה יכול להיות מוסבר על ידי העובדה כי אזור המחקר מתאפיין בנוכחות גבוהה של עופות, הן בשל מגוון שימושי הקרקע שבו, אשר מהווים מקור משיכה לאזור כאתרי שיחור מזון וכאתרי לינה, והן בשל הימצאותו של אזור המחקר בנתיב נדידה מרכזי אשר מושך אליו עופות רבים במהלך עונות הנדידה (Birdlife International 2018). תוצאות המחקר אינן מעידות בהכרח על היקף תופעת ההתנגשויות לאורך כל קווי המתח הפרושים בארץ אלא מדגישות את הרגישות של אזורים בהם מתקיימים שימושי קרקע רלוונטיים או שנמצאים על ציר נדידה ושהיית עופות מרכזי.

מאפייני העופות הנפגעים והשפעת הסימון עליהם – גודל גוף

מבחינת הגודל הפיזי של העופות, אותרו ממצאים בכל קטגוריות הגודל. מספר הממצאים הגדול ביותר היה מקרב קטגוריית העופות הקטנים (318 ממצאים שהם 39%). ההסבר לכך יכול להיות שילוב של כמה גורמים; (א) הימצאותם של מינים מתלהקים. (ב) השפעה נמוכה, אם בכלל, של אמצעי הסימון על מינים אלה. (ג) שיטת סריקה יעילה לעומת הרפרנס במחקרים קודמים.

(א) מינים מתלהקים: לעופות מתלהקים סיכוי גבוה יותר להתנגש בקווי מתח מאחר ופרטים שנמצאים במרכז או באחורי הלהקה מתקשים יותר להבחין בקווי המתח (APLIC, 1994, Janss, 2000).

(ב) השפעת אמצעי הסימון: לאחר התקנת אמצעי הסימון (שנה ב') מספר ההתנגשויות של עופות קטנים עלה ולעומתם, מספר ההתנגשויות של עופות גדולים ובינוניים ירד. מכאן שלאמצעי הסימון שנבדקו במחקר זה היתה השפעה חיובית בצמצום ההתנגשויות על עופות גדולים ובינוניים, אך לא על עופות קטנים. הסבר אפשרי לכך יכול להיות טמון בעובדה שמרבית העופות הקטנים נודדים בלילה, ולכן אינם יכולים להבחין באמצעי הסימון שהותקנו במחקר זה, שאינם ניתנים לזיהוי בחושך. יש לציין כי בניתוח של נתוני שנה ב' בלבד (אזורי סימון לעומת אזורי ביקורת) נמצא שהאמצעים כן יעילים בהפחתת כ-20% מהפגיעות בעופות קטנים.

(ג) יעילות הסריקה: שיטת איתור הממצאים המקובלת במחקרים מסוג זה בעולם מתבססת על סריקת השטח על ידי בני אדם. היכולת של סורק אנושי לאתר פגרים מוגבלת מאוד מאחר והיא מתבססת על חוש הראיה בלבד, בתנאי שטח שיכולים להסתיר בקלות פגרים קטנים (טופוגרפיה משתנה, צמחיה ופרטי תכסית אחרים), תנאי תאורה לא אופטימליים ותנאי מזג אוויר אשר מגבילים את שדה הראיה. סריקה באמצעות כלב מתבססת על איתור הפגרים בעזרת חוש הריח המפותח שלו ולכן מגבולות שדה הראיה הופכות זניחות. בבדיקות יעילות הסריקה שנעשו לכלב במהלך המחקר נמצא שמידת היעילות של הכלב באיתור פגרים היא 100%! דבר זה יכול להסביר את המספר הגבוה של ממצאים קטנים ביחס למחקרים דומים שנעשו בעולם.

עופות גדולים הם בעלי כושר תמרון נמוך. פוטנציאל ההתנגשות שלהם גבוה בגלל היכולת הפחותה שלהם לחמוק מקו המתח ממרחק קצר (Bevanger 1997, APLIC 2012). במהלך המחקר נמצאו 95 ממצאים של מינים גדולים, שהם 14% מכלל הממצאים. עבור מרבית המינים הגדולים שנפגעו, משמש האזור כאתר לינה, מנוחה או שיחור מזון, כך שקווי המתח באזור נמצאים בגובה התעופה בעת התרוממות, נחיתה או מעבר נמוך בין אתרי שיחור מזון או לינה. מרבית העופות הגדולים פעילים ביום ולכן יכולים להבחין באמצעי הסימון ולהימנע מהתנגשות בכבלי החשמל.

מספר הממצאים הנמוך של עופות גדולים ביחס לעופות קטנים ובינוניים, לא עולה בקנה אחד עם מחקרים רבים שנעשו עד היום שמראים כי העופות שהוגדרו כרגישים ביותר להתנגשות בקווי מתח, משתייכים לקטגוריות של עופות גדולים ובינוניים (APLIC 1994, 2012, Bevanger 1998). תוצאה זו יכולה להיות מוסברת על ידי כמה גורמים; (א) תנודתיות גבוהה במספרים של מינים שונים לאורך השנים והעובדה שמשך הזמן הקצר של המחקר (שנתיים) עלול להיות מושפע מאוד מתנודתיות שכזו. (ב) התנגשויות רבות של עופות גדולים, שיכולת התמרון שלהם נמוכה יותר, נגרמות כתוצאה מהפרעה פתאומית שגורמת למנוסה מהירה ובהלה. אירועים כאלה הם רנדומליים ולא תדירים אבל המשמעות שלהם יכולה להיות כבדת משקל. דוגמה טובה לכך היא שבמהלך הסריקות הראשונות נמצאו במקטע מאגר גלבע שרידים ישנים (שלא נכללו בתוצאות המחקר) של 25 שקנאים שהתנגשו בקו המתח הצמוד למאגר. שרידים אלה עשויים להיות תוצאה של אירוע חד פעמי שבו התנגשה להקת שקנאים גדולה בקו החשמל בעקבות הפרעה פתאומית. (ג) הבדלים בשפע של מינים שונים. נוכחות במספרים גבוהים בקרב מין מסוים מעלה את סיכויי להתנגשות. מין ששוהה בשטח במספרים נמוכים, פוטנציאל ההתנגשות שלו נמוך יותר. במהלך המחקר הנוכחי לא נעשו תצפיות שאפשרו את הערכת גודל האוכלוסיות שנכחו במקום.

מניתוח הנתונים שנאספו במהלך המחקר והשוואה בין האזורים המסומנים לבין אזורי הביקורת עולה **שהתקנת אמצעי הסימון הביאה להפחתה במספר ההתנגשויות של עופות גדולים ובינוניים, אבל לא הביאה לצמצום משמעותי של ההתנגשויות של עופות קטנים.**

מאפייני העופות הנפגעים והשפעת הסימון עליהם - רגישות גילדות שונות של עופות
בבדיקת ההשפעה של אמצעי הסימון על גילדות הציפורים השונות בשנה ב' (אזורים מסומנים מול אזורי ביקורת) היתה הפחתה של 17%-60% בהתנגשויות בקרב שמונה מתוך עשר גילדות.

גילדת השקנאים ראויה לתשומת לב, בשל רגישותם הרבה להתנגשות בקווי מתח הסמוכים למאגרי מים. בבדיקת שנה-ב' היתה הפחתה של 40% בהתנגשויות ללא מובהקות סטטיסטית ($F=3.57, P>0.05$). בבדיקה בין-השנים היתה הפחתה של 74% וזו בעצם התוצאה הגבוהה ביותר במחקר של השפעת אמצעי הסימון על התנגשות מבין כל הגילדות. הגילדות שבהן לא נצפתה ירידה במספר ההתנגשויות לאחר הסימון הן החסידאים והחופמאים (בשתי הבדיקות) ויונאים ודורסי יום בבדיקה בין-השנים. את היעדר ההשפעה של אמצעי הסימון על החופמאים ניתן לשייך אולי לעובדה שעופות אלה הם נודדי לילה, וחלק מההתנגשויות מתרחש בשעות החושך בזמן הירידה ללינה במאגרי המים או ביציאה מהם. את היעדר ההשפעה על היונאים טמון אולי בעובדה כי יונאים רבים לנים ומשחרים מזון על ובסביבת עצים (חורשת אקליפטוסים בגלבע ומטע שקדים בוגר בברק) שנמצאים ממש מתחת לקו המתח, ובעת הפרעה פתאומית ומנוסה מהירה הם אינם מבחינים בכבלי החשמל שמעליהם ובאמצעי הסימון המותקנים על כבל ההארקה העליון.

עונתיות

בניתוח הממצאים לפי עונות נמצא כי מספר הממצאים לחודש (לאחר נירמול לפי מספר חודשים בגלל הבדלים באורך הזמן של כל עונה) הגדול ביותר היה בחורף (98.75 ממצאים שהם 39%) וההבדל בין העונות נמצא מובהק סטטיסטית. שני גורמים יכולים להסביר זאת; (א) נוכחות גבוהה של מינים חורפים באזור, אשר עפים בגובה נמוך לצורך שיחור מזון או לינת לילה. (ב) תנאי מזג אוויר קשים בחורף (גשם, ערפל ורוח) שמקשים על הראות וזיהוי קו המתח, ועל כושר התמרון במקרה שקו המתח זוהה מטווח קצר.

בשנה ב' (השוואה בין אזורי הסימון לאזורי הביקורת) אמצעי הסימון הביאו להפחתה של 36% בהתנגשויות בעונת האביב, ללא מובהקות סטטיסטית ($F=1.82, P>0.05$). 29% בעונת הקיץ-סתיו, ללא מובהקות סטטיסטית ($F=0.96, P>0.05$). ו-20% בחורף, ללא מובהקות סטטיסטית ($F=0.47, P>0.05$). אפשר להניח כי אחוז ההפחתה הנמוך יותר בחורף קשור לתנאי מזג האוויר החורפיים (גשם, ערפל) שעשויים להשפיע על הנראות של

אמצעי הסימון. כמו כן, במהלך החורף יש נוכחות גבוהה יותר של עופות חורפים-מקומיים השוהים באזור ועפים בגובה נמוך בהשוואה לעונות הנדידה.

שימושי קרקע והשפעתם על התנגשות עופות

שימוש הקרקע "מים" (קו מתח בקרבת מאגר מים) הוא הפרמטר היחיד, מבין כל הפרמטרים שנבדקו, שהשפעתו על הסיכוי להתנגשות בעלי כנף בקו המתח נמצא מובהק מבחינה סטטיסטית. 500 ממצאים אותרו בשני המקטעים שהוגדרו כשימוש קרקע מים (274 בברק ו-226 בגלבע), סה"כ 61% מכלל הממצאים. דבר זה מעיד כי באזורים עם גופי מים, אשר מהווים מקור משיכה לעופות רבים, פוטנציאל להתנגשות בקווי מתח עולה. בשנה ב' היתה הפחתה במספר ההתנגשויות בכל שימושי הקרקע באזורים המסומנים. 15% באזורי שימוש קרקע "מים", ללא מובהקות סטטיסטית ($F=0.13$, $p>0.05$). 64% באזור של שימוש קרקע "פסולת", ללא מובהקות סטטיסטית ($F=2.13$, $P>0.05$). 31% באזור של שימוש קרקע "חקלאות", ללא מובהקות סטטיסטית ($F=0.055$, $P>0.05$).

מינים אשר עפים במהירות גבוהה ועומס הכנף שלהם גבוה (היחס בין משקל הגוף לשטח הכנפיים) נמצאו כרגישים להתנגשות בקווי מתח (Bevanger 1997, APLIC 2012). במינים אלה נכללים הברווזיים שנמצאו במספרים גבוהים במחקר - 172 ממצאים, שהם 21% מכלל הממצאים. הימצאותם של ברווזים, כמו של שאר עופות המים, תלויה בקיומו של בית גידול לח (מאגרי מים באזור המחקר). 229 ממצאים (28%) של עופות מים אותרו במקטעים שהוגדרו כשימוש קרקע "מים".

ריכוזים של ברכיות ושרשרים (30 ממצאים) נמצאו במקטע חקלאות. הסבר לכך יכול להיות נעוץ באפשרות שחלקם הם תוצאה של טריפה על ידי בז נודד ששהה במשך החורף בסביבות מקטע חקלאות, למרות הניפוי המוקדם של ממצאים שנחשדו כטרף של בז נודד בסבירות גבוהה. בגילדת עופות המים נרשמה הפחתה בהתנגשויות בשתי הבדיקות שנעשו: 30% בשנה ב' ו-42% בין-השנים. עופות מים נודדי ללה וסביר להניח כי חלק מההתנגשויות התרחשו בלילות. בהתחשב בעובדה כי גילדת עופות המים היתה הקבוצה הגדולה ביותר (198 ממצאים, 28% מכלל ממצאי המחקר), יש חשיבות בקידום פיתרון לבעית ההתנגשויות בלילה.

סדרת היונאים היוותה 20% מכלל הממצאים (170 ממצאים), למרות, שעל סמך מחקרים מהעולם, קבוצה זו אינה נמצאת ברמת סיכון גבוהה להתנגשות בקווי מתח (APLIC 2012). 113 ממצאים (14%) אותרו במקטעים ברק וגלבע שמוגדרים כשימוש קרקע מים. אולם ההסבר למספרים גבוהים אלה כנראה טמון אולי בהימצאותם של עצים, אשר מהווים אתרי לינה ומנוחה, בשני המקטעים הללו. 47 תורים (מצוי וצווארון) אותרו במקטע גלבע, בקרבת עצי אקליפטוס שנמצאים ממש מתחת לקו המתח ומהווים אתר לינה ומנוחה לתורים.

מספר ההתנגשויות של יונאים לאחר הסימון (שנה ב) באזורים המסומנים בהשוואה לאותם אזורים לפני הסימון (שנה א') עלה ב-300% (57 ו-14 בהתאמה) (איור 17). קפיצה גדולה זו הינה חריגה גם ביחס לעליה הכללית במספר ההתנגשויות בשנה ב' לעומת שנה א'. הסבר אפשרי לכך הוא עליה בריכוזים של תור מצוי ותור צווארון ללינה ומנוחה על עצים במקטעים גלבוה וברק, שהביאו לעליה במספר ההתנגשויות באזורים אלה (36 התנגשויות באזורים הסמוכים לעצים).

50 ממצאים של יונאים אותרו במקטע ברק שבו נמצא מטע שקדים גדול מתחת לקו המתח. במקטע חקלאות אותרו 50 ממצאים של יונאים. שטחי החקלאות במקום מהווים אתר שיחור מזון ללהקות גדולות של יוני בית. לכך יש להוסיף את האפשרות שאולי חלק מהממצאים הם תוצאה של טריפה על ידי הבז הנודד.

מתקבל הרושם שעצים, במאפיינים שונים (חורשה, מטע חקלאי), מהווים מקור משיכה משמעותי לעופות בכלל וליונאים בפרט וכתוצאה מכך גם לעליה במספר ההתנגשויות שלהם בקו המתח.

מרבית הממצאים של השחפים היו במאגר גלבוה (12 ממצאים), המשמש אתר לינה ומנוחה עבורם ונמצא בסמוך לאתר הפסולת המשמש לשיחור מזון. תוצאות אלה מחזקות את ההנחה שאזורים אשר מהווים אתרי שיחור מזון הינם בעלי פוטנציאל גבוה להתנגשות עופות בקו מתח ומגבות תוצאות מחקרים בעולם (Haas et al. 2005, 2012, APLIC 1994).

השפעת אמצעי הסימון

ההפחתה של מספר ההתנגשויות בקרב כלל העופות במהלך המחקר היתה 26%

בבדיקה של הממצאים בשנה ב' ו-15% בבדיקה של ההתנגשויות בין השנים.

לסימון היתה השפעה חיובית בצמצום מספר התנגשויות בכל הפרמטרים הנבדקים (עונה, שימוש קרקע, גודל וגילדה). שתי קבוצות לא הושפעו מאמצעי הסימון בשתי הבדיקות שנעשו: חופמאים וחסידאים. בשתי קבוצות אחרות לא היתה הלימה בין תוצאות הבדיקות. דורסי יום ויונאים הושפעו מאמצעי הסימון בבדיקה בשנה ב' ואילו הבדיקה בין השנים לא הראתה השפעה.

חסרונו העיקרי של אמצעי הסימון שנבדק במחקר זה הוא שלא ניתן להבחין בו בשעות החשיכה ולכן אין הוא יעיל בצמצום התנגשויות בלילה או בתנאי מזג אוויר עם ראות לקויה. העופות הקטנים והחופמאים נודדים בלילה, כך שקיימת סבירות שחלק מההתנגשויות קורות בשעות החושך בעת הגעה או עזיבה של המקום כשהן עפות בגובה הכבלים. אמצעי הסימון שנבדקו במחקר אינם יעילים בשעות החשיכה ולכן אינם יכולים להשפיע על התנגשויות לילות. גם שחפים (19 ממצאים) עלולים להתנגש בשעות החשיכה, שכן הם משחרים מזון גם בשעות דמדומים לאחר שקיעת השמש (Faans 1987).

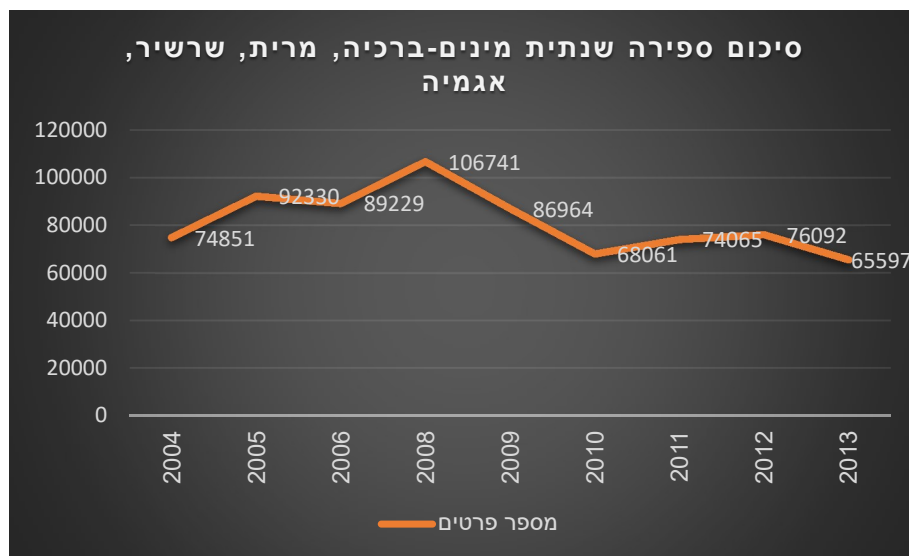
תופעת ההתלהקות, המאפיינת חלק מהמינים הקטנים (לדוגמה זרעית השדה) מוכרת כגורם להתנגשות מפני שלפרטים שעפים במרכז הלהקה או באחוריה קשה להבחין בכבלי החשמל. (APLIC, 1994, Janss, 2000).

אמצעי הסימון שנבדק במחקר הוא מסוג Bird Flight Diverters (BFD) תוצרת APRESA, ספרד, דגם 55750107 (נספח 6). אמצעי הסימון מקובע ופסיבי מהסוג BFD ("Pig Tail") הם האמצעים השכיחים ביותר כיום (51% מכלל האמצעים, Bernardino et al., 2018). יעילותם של אמצעים אלה בשיעור של 55%-94% (ממוצע 74%) ומשתנה מאוד מניסוי לניסוי כתלות בתנאי הסביבה, מיני העופות וסוגי הסמנים שהותקנו ולכן יש חוסר וודאות לגבי בחירת אופן השימוש היעיל ביותר לכל סיטואציה. חסרים מחקרים המסבירים את ההבדלים הגדולים ביעילות הסמנים השונים (בית גידול, סוג הסמן, סוג הקו וכו') (Bernardino et al., 2018).

בהתחשב בידוע לנו על ראיית עופות, יש עדיפות לסמנים גדולים וצפופים יותר, סמנים בצבע בהיר וקונטרסטי, ואלה שיש בהם חלקים נעים היוצרים רעש בתנועתם. אמצעים כאלה מסוג Bird Flight Divertor Flags קיימים כיום בשוק. שימוש בסוג זה של אמצעי סימון, שיעילותו בלילה הוכחה, עשוי לצמצם את מספר ההתנגשויות באופן ניכר.

תנודתיות במספר העופות בין השנים

מספר הממצאים בשנה ב', לאחר התקנת אמצעי הסימון, היה גבוה ממספר הממצאים בשנה א'. לתוצאה זו קיים הסבר פשוט: מספר העופות הנודדים והחורפים נתון לתנודתיות גדולה בין השנים כתלות בגורמים שונים כגון תנאי מזג אוויר או מצאי מזון. איור 18 מציג, כדוגמה לתנודתיות זו, את ההבדלים במספרים של כמה מיני עופות מים לאורך 9 שנים (הצופה, א., מירוז, א., 2013). שניים מבין המינים המרכיבים את הגרף מהווים חלק משמעותי מכלל הממצאים; ברכיה ושרשיר מצוי.



איור 18: סיכום ספירות שנתיות של כמה מינים עיקריים של עופות מים (ברכיה, מרית, שרשיר ואגמיה) לאורך 9 שנים. ניתן לראות את התנודתיות הגדולה במספרים בין השנים השונות ($\Delta = 41,144$).

מינים רגישים

מבחינה ביולוגית, פגיעה כתוצאה מהתנגשות בקווי מתח עשויה להיות משמעותית עבור אוכלוסיות או מינים רגישים, קרי אוכלוסיות מקומיות קטנות או מינים שגודל האוכלוסייה שלהם קטן ומוגדרים בדרגת סיכון אזורית או עולמית (APLIC 2012). במהלך המחקר זוהו 12 "מינים אדומים" שמוגדרים בדרגת סיכון אזורית או עולמית גבוהה. מבין מינים אלה, 10 מינים מקננים בישראל. מינים מקננים רגישים להיפגעות מקווי מתח משתי סיבות עיקריות: (1) הם עפים בגובה נמוך, שבו נמצא קו המתח (2) לפרטים צעירים וחסרי ניסיון סיכוי גבוה יותר להתנגש בקו המתח (APLIC 2012). מבין המינים המקננים שנמצאים בסיכון, 3 מינים עשויים לקנן באזור המחקר; עפרוני ענק – בסכנת הכחדה (EN). שליו נודד – בסכנת הכחדה חמורה (CR). תור מצוי – עתידו בסכנה (VU). מינים אלה נכללים בקטגוריית העופות הקטנים, שנמצא כי אינה מושפעת מאמצעי הסימון שנבדקו בעבודה זו. יש לתת על זה את הדעת בתכנון ונקיטת צעדים לשימור המינים הרגישים. קו המתח במוקיבלה אינו מהווה סיכון ישיר למרבית המינים המקננים, אך מחקר זה יכול לתת מושג לגבי השפעת קווי מתח על אוכלוסיות מינים מקננים באזורים אחרים בישראל.

טיוב שיטות המחקר

פעולות שננקטו על מנת לטייב את איכות הנתונים:

- סריקה על ידי כלב

על סמך הבדיקות שבוצעו בשטח, נמצא שמידת יעילות הסריקה של כלב הגישוש הייתה מוחלטת (הכלב מצא את כל הפגרים שהוטמנו לו בשטח). הבחירה לבצע את הסריקות

באמצעות כלב מוכיחה את עצמה כיעילה וכנכונה ביותר ומשפרת את איכות הנתונים לאין ערוך, על פני שימוש בסוקר אנושי.

- צמצום השפעתו של קו מתח גבוה במידה ובמרחב המחקר עובר קו מתח גבוה, יש להקפיד ולוודא שעוד טרם תחילתו של המחקר מתבצעות כל הפעולות הנדרשות בכדי לצמצם את השפעתו של קו מתח. דהיינו התקנת אמצעי סימון ומיגון עמודים מפני התחשמלות
- הגברת הוודאות בקביעת גורם המוות נוכחותו של בז נודד שחרף באזור המחקר והשתמש בעמודי קו המתח העליון כנקודות תצפית ואכילה גרמה לפיזור שרידי הטרף שלו במרחב הסריקה והשפיעה על הנתונים. ניפוי הממצאים שנטרפו על ידי הז הנודד נעשה בדיעבד והתבסס על קביעה שרירותית שכל מין שעשוי להטרף על ידי בז נודד נמצא ברדיוס של 15 מ' מעמוד חשמל של קו מתח עליון הוצא ממאגר הנתונים ולא נלקח בחשבון. במידה ומקרים מסוג זה נשנים, מומלץ לקיים כמה תצפיות יום על מנת לאפיין את התנהגות הדורס ואת פיזור השרידים במרחב.

7. סיכום ומסקנות

- תופעת התנגשות עופות בקו מתח עליון היא בהיקף רחב עם פוטנציאל לפגיעה בתפקודה של ישראל כנקודת מעבר קריטית על ציר הנדידה וכ"הוט-ספוט" של עופות.
- יש צורך לתת לאתגר זה מענה ברמה הארצית, על פי ניתוח סדרי קדימויות מרחביים ותוך התחשבות בשימושי קרקע, באזורים קריטיים למינים בסיכון, ובפרמטרים נוספים.
- ניתן להסיק ממחקר זה שקווי מתח עליון מועדים יותר להתנגשויות עופות בקרבת מאגרי מים ובתי גידול לחים, אזורים עם עצים (חורשות או מטעים), ועבור עופות קטנים. עוד נמצא שעונת החורף היא העונה המשמעותית ביותר (באזור עמק יזרעאל) להתנגשויות.
- כחלק מתכנון הפתרון העתידי יש לקחת בחשבון הימצאותם של מינים רגישים שהשפעת ההתנגשויות על אוכלוסיותיהם עלולה להיות קריטית (מינים מקננים, מינים מקומיים שאוכלוסיותיהם קטנות, מינים המוגדרים בסיכון).
- לאור התוצאות, יש לקחת בחשבון גם עופות קטנים ומתלהקים שנפגעים מקווי המתח ולא רק את העופות הגדולים והבינוניים אשר נחשבים לרגישים יותר לפי הספרות הבינ"ל.
- אמצעי הסימון שנעשה בו שימוש במחקר זה הוכתב מהמצאי שהיה זמין בחח"י. יעילותו של האמצעי נמצאה כבינונית – התקנתו הפחיתה רק 15%-26% מכמות ההתנגשויות במקטעי הסימון לעומת מקטעי הביקורת. יש לבחון התקנה של אמצעי

סימון שיעילים גם בחושך, על מנת לתת מענה להתנגשויות המתרחשות בלילה, בעיקר על מנת לתת מענה לעופות שנודדים או פעילים בלילה, לעונת החורף בה תנאי הראות לעיתים גרועים גם ביום, ועבור מקרים של עופות יומיים העפים בלילה בעקבות הפרעה אנושית.

- הממצאים במחקר זה מוכיחים כי בעיית ההתנגשויות היא משמעותית, ויש לתת לה מענה אופרטיבי ברמה המיידית, על פי סדרי קדימויות. במקביל, חשוב להמשיך את המחקר ולטייב את הידע, "תוך כדי תנועה" ובלי לעכב את התחלתם של יישום צעדים לצמצום תופעת ההתנגשויות: משך הזמן הקצר יחסית (שנתיים) והמרחב הגיאוגרפי המצומצם (4 ק"מ אורך על 60 מ' רוחב) של המחקר מהווים גורם מגביל אשר בהחלט עלול לפגום באיכות התוצאות. על מנת לבסס את המידע בעתיד, אנו ממליצים להרחיב את המחקר הן לאזורים נוספים, הן לטווח ארוך יותר, והן תוך שילוב אמצעים נוספים כמו מצלמות.
- הבחירה בסריקה על ידי כלבן הוכחה כיעילה ומוצדקת למרות העלויות הכרוכות בה.

8. ביבליוגרפיה

- מירוז א, וין ג, לבינגר ז, שטייניץ ע, הצופה א, חביב א, פרלמן י, אלון ד, לידר נ. 2017. הספר האדום של העופות בישראל. החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים. נגיש מ - <https://aves.redlist.parks.org.il>
- הצופה, א. ומירוז, א. (2013). תוצאות מפקד עופות המים. רשות הטבע והגנים (דו"ח פנימי).
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), (1994), Mitigating bird collisions with power lines: The state of the art in 1994, Edison Electric Institute, Washington, DC, USA.
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), (2012), Reducing avian collisions with power lines: The state of the art in 2012, Edison Electric Institute, Washington, DC, USA.
- Barrientos, R., Ponce, C., Palacín, C., Martín, C. A., Martín, B., Alonso, J. C., (2012), Wire marking results in small but significant reduction in avian mortality at power lines: A BACI designed study, PloS ONE 7(3): e32569. Doi:10.1371/journal.pone.0032569
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J.F., Marques, A.T., Martins, R.C., Shaw, J.M., Silva J.P., Moreira, F., (2018), Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research, Biological conservation, 222, pp. 1-13
- Bevanger, K., (1997), Biological and Conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: A review, Biological conservation, 86, pp.67-76
- Bevanger, K., and Broseth, h., (2004), Impact of power lines on bird mortality in subalpine area, Animal Biodiversity and Conservation, 27:2, pp. 67-77.
- BirdLife International (2018) Important Bird Areas factsheet: Jezre'el, Harod and Bet She'an valleys. Downloaded from <http://www.birdlife.org>
- Derouaux, A., Everaert, J., Bbrackx, N., Driessens, G., Martin Gil, A., Paquet, J. Y., (2012), Reducing bird mortality caused by high and very high power in Belgium, Elia and Aves-Natagora, 56 pp.

- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Young, D. P., (2005), *A Summery and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions*, In: Ralph, C. John; Rich, Terrell D., editors 2005. Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference. 2002 March 20-24; Asilomar, California, Volume 2 Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191. Albany, CA: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station: p. 1029-1042
- Faanes, C.A., (1987), *Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats*, U.S. Fish and Wildlife Service General Technical Report 7. 24 pp
- Frumkin, R., Pinshaw, B., Kleinhaus, S., (1995), *A Review of bird migration over Israel*, Journal für Ornithologie, 136(2), pp.127-147
- Henrich, M., Tietze, D. T., and Wink, M., (2016), *Scavenging for small bird carrions in southwestern Germany by beetles, birds and mammals*, Journal of Ornithology, doi:10.1007/s10336-016-1363-1
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Shneider, R., Haas, W., Schurenberg, B., (2005), *Protectin Birds from Powerlines*, Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern convention), Nature and Environment, No. 140
- Homan, H. J., Linz, G., and Peer, B. D., (2001), *Dogs increase recovery of passerine carcasses in dense vegetation*, USDA National Wildlife Research Center – Staff publication, paper 597.
- Jaans, F. E.,(2000), *Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-speci^c mortality*, Biological conservation, 95(3), pp.353-359.
- Jenkins, A. R., Smallie, J. J., and Diamond, M., (2010), *Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective*, Bird conservation International, 20: pp.263-278.
- João, P., Miguel, C. L., Maria, J. S., Ramiro, M., Hugo, C., Miguel, M., (2011), *Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms*, Journal for Nature conservation, 19, pp. 202-208
- Loss, R.L., Will, T., Marra, P. P., (2014) *Refining Estimates of Bird Collision and Electrocution Mortality at power lines in the United States*, PLoS ONE 9(7):

e101565. doi:10.1371/journal.pone.0101565

- Luzensky, J., Rocca, C. E., Cummings, J. L., Austin, D. D., Landon, M. A., and Dwyer, J. F., (2016), Collision avoidance by migrating raptors encountering a new electric power transmission line, The Condor: Ornithological applications, 118: pp. 402-410.
- Ponce, C., Alonso, J. C., Argandona, G., Fernandez, A. G., Carrasco, M., (2010), Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines, Animal Conservation, 13: pp. 603-612.
- Rioux, S., Savard, J.P. L., Gerick, A. A., (2013), Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric Network, Avian Conservation and Ecology 8(2): 7.
- Robulini, D., Gustin, M., Bogliani, G., Garavaglia, R., (2005), Birds and powerlines in Italy: an assessment, Bird Conservation International, 15, pp. 131-145
- Saverano, A. J., Saverano, L. A., Boattcher, R., and Haig, S. M., (1996), Avian behavior and mortality at power lines in coastal South Carolina, Wildlife Society Bull., 24: pp. 636-648.
- Stewart-Oaten, a., William, W. M., (1986), Invironmental Impact Assessment: "Pseudoreplication" In Time?, Ecology, 67(4), pp. 929-940

9. נספחים

נספח 1: נתונים נאספים בשטח

נתוני הממצא	נתוני רקע
1. קו מתח מסומן: כן/לא	1. תאריך
2. צמחיה: סוג, גובה	2. סורק: כלבן/צפר
3. סוג ממצא: תיאור פיזי	3. מז"א: עננות, רוח, משקעים, אובך
4. מין הממצא	4. הימצאות להקות ציפורים באזור
5. מיקום	5. הימצאות אוכלי פגרים באזור
6. תמונה	6. פעילות אדם משפיעה
7. שעה	

נספח 2: הטיית סורק (יעילות איתור)

בדיקת יעילות האיתור של הסורק נעשתה באופן הבא:

בכל בדיקה פוזרו 12 פגרים של ציפורים.

הפגרים בגדלים שונים לפי 3 קטגוריות גודל: קטן (ציפור שיר), בינוני (שווה גודל ליונה עד עקב) וגדול (שווה גודל לחסידה/שקנאי).

הפגרים פוזרו בכל השטח. בכל מקטע 3 פגרים מ-3 קטגוריות הגודל השונות. הסורק לא היה מיועד על מיקום הפגרים.

הפגרים שאותרו על ידי הסורק נאספו לשקית בנוהל הסריקה הרגיל. הפגרים "השתולים" סומנו באופן לא בולט, כך שכל פגר שנאסף זוהה ונרשם כחלק מהבדיקה. שאר הפגרים "השתולים" שלא אותרו נאספו בתום הסריקה. היחס בין מספר הפגרים "השתולים" שנמצאו לבין מספר הפגרים "השתולים" שלא נמצאו מהווה אומדן למידת יעילות האיתור של הסורק. הפגרים סופקו על ידי רט"ג ועיקרן היה ציפורי בר שנמצאו מתות ונשמרו בהקפאה. הפגרים הקפואים הופשרו 24 שעות לפני פיזורם בשטח. נעשה מאמץ להימנע ממגע יד אדם בשלב ההפשרה כמה שניתן בכדי למנוע "הכתמה" של הפגרים בריח אדם. במהלך השנה הראשונה נערכו 3 חזרות לבדיקת הטיית הסורק.

נספח 3: הטיית סילוק פגרים

כיוול התכלות הפגרים נעשה באופן הבא:

הכיוול יעשה 3 פעמים במהלך השנה הראשונה בעונות שונות, בגלל השפעות אפשריות של תנאי מזג האוויר ושינוי ברמת הפעילות של אוכלי נבלות לאורך השנה.

בכל בדיקה יפוזרו 8 פגרים ב-2 מקטעים שאינם סמוכים זה לזה, ארבעה בכל מקטע.

הפגרים יהיו בגדלים שונים לפי 4 הקטגוריות: קטן (ציפור שיר), בינוני קטן (שווה גודל ליונה/עורב), בינוני גדול (שווה גודל לדיה מצויה), גדול (שווה גודל לחסידה/שקנאי).

בעת פיזור הפגרים יירשם הנ"צ של כל פגר.

בכל מקטע יונחו 4 פגרים בגדלים שונים. סדר הפיזור בכל מקטע יהיה אקראי.
כל בדיקה תכלול 6 ביקורים לניטור הפגרים: יום 1, יום 2, יום 5, יום 7, יום 14 ויום 28.
בכל בדיקה יאספו הנתונים הבאים: מיקום (נ"צ), מיקום ביחס למיקום הראשוני, תיאור השרידים.
על פי הנתונים שיאספו ניתן יהיה לחשב את "זמן החיים" הממוצע של פגר ואת אחוז הפגרים הממוצע שנותר בשטח 7 ימים (הזמן בין שני מועדי סריקה סמוכים) לאחר הופעתם, ולשקללו בשלב עיבוד הנתונים.
הפגרים יסופקו על ידי רט"ג. הפגרים יהיו ציפורי בר שנמצאו מתות ונשמרו בהקפאה. הפגרים הקפואים יופשרו 24 שעות לפני פיזורם בשטח. יש להימנע ממגע יד אדם בשלב ההפשרה כמה שניתן בכדי למנוע "הכתמה" של הפגרים בריח אדם.

נספח 4: פירוט התקנים בקו מתח גבוה

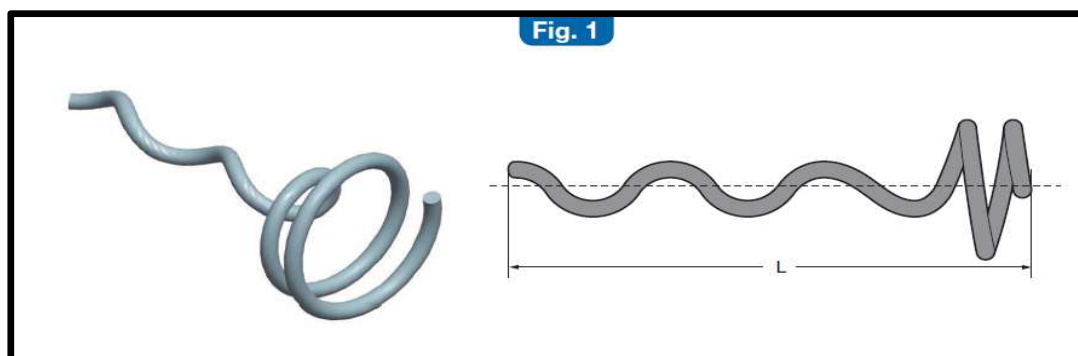
קו מתח גבוה				
מקטע	מס' שדה	בין עמודים	התקנים	
			תלויים	כדורי אזהרה
גלבוע	1	401-400	+	
	2	400-227	+	
	3	227-226	+	
	4	226-225	+	
	5	225-224	+	
	6	224-223	+	
	7	223-222	+	
	8	222-221	+	
סה"כ			1090	
פסולת	1	220-219	+	
	2	219-218	+	
	3	218-217	+	
	4	217-216	+	
	5	216-215	+	
	6	215-214		+
	7	214-213		+
	8	213-212A		
סה"כ			1135	
אורך כולל			2225	

נספח 5: גאנט

אחריות	פעילות	2016							2017							2018											
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
חח"י	סימון קו מתח גבוה																										
כלבן	הכשרת כלבי גישוש																										
מנהל	כיוול התכלות																										
מנהל	בדיקת יעילות איתור פגרים																										
מנהל	ניטור טרום סימון קו מתח עליון																										
כלבן	ניטור טרום סימון קו מתח עליון																										
חח"י	סימון קו מתח עליון																										
כלבן	ניטור לאחר סימון קו מתח עליון																										
מנהל	עיבוד נתונים וכתובת דו"ח																										

נספח 6: התקני סימון

כיום קיימים סוגים שונים של התקני סימון המיועדים לצמצום התנגשות ציפורים בקווי מתח. התקני הסימון שנבחנו בעבודה זו נבחרו על ידי חח"י, מסוג Bird Flight Diverters (BFD), תוצרת APRESA, ספרד, דגם 55750107. התקנים אלה יורכבו על כבל ההארקה המתוח בראש קו המתח מעל הכבלים המוליכים. כבל ההארקה דק יותר מכבלי ההולכה ופחות בולט לעין. מחקרים הראו כי עיקר מקרי ההתנגשות של ציפורים בקווי מתח הוא בכבל ההארקה (APLIC 1994, 2012). ההתקנים יורכבו במרווחים של כ-5 מטרים בהתאם להנחיות היצרן. חשוב לציין כי על כבל ההארקה מורכבים כיום כדורי אזהרה אדומים למניעת התנגשות כלי טייס, כמו על מרבית קווי המתח העליון הפרוסים בכל רחבי הארץ.



CÓDIGO PART N. CODE	REFERENCIA REFERENCE RÉFÉRENCE	GAMA COND. COND. RANGE GAMME COND.	L	PESO WEIGHT POIDS	FIG.
		(mm)	(mm)	(Kg)	
57750100	18-PEP-4,45/6,34	4,45/6,34	180	0,044	1
57750102	22-PEP-6,35/8,88	6,35/8,88	220	0,050	
57750104	24-PEP-8,89/11,42	8,89/11,42	240	0,055	
57750105	28-PEP-11,43/15,23	11,43/15,23	280	0,063	
57750106	33-PEP-15,24/19,57/D	15,24/19,57	330	0,147	
→ 57750107	38-PEP-19,58/21,81	19,58/21,81	380	0,172	
57750110	44-PEP-21,82/25,37	21,82/25,37	440	0,200	
57750111	47-PEP-25,38/31,50	25,38/31,50	470	0,230	2
57750517	100-PEPD-7,00/9,50/D	7,00/9,50	1000	0,600	
57750513	100-PEPD-9,51/13,40/D	9,51/13,40	1000	0,600	
57750528	100-PEPD-13,41/17,50/D	13,41/17,50	1000	0,600	
57750530	100-PEPD-17,51/21,81/D	17,51/21,81	1000	0,600	