



המארג
התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע

נספח טכני

ניטור יונקים

דו"ח מצב הטבע
ישראל 2023 | המגוון הביולוגי

ניטור יונקים

תוכן עניינים

1.	מערך הניטור.....	2
2.	עיבוד נתונים.....	7
2.1.	סינון תמונות ריקות	7
2.2.	זיהוי בע"ח בתמונות	7
2.3.	עיבוד וסינון לפני ניתוח	7
3.	ניתוח הרכב מינים.....	9
4.	מקורות.....	10

1. מערך הניטור

ניטור היונקים מתבצע ב-7 יחידות ניטור: חורש ים תיכוני, יער מחטני נטוע, בתות עשבוניות, ספר מדבר, הר הנגב, דרום צחיח, חולות מערב הנגב.

הניטור מתבצע הניטור במהלך חודשי הקיץ והסתיו, באמצעות מצלמות חישה בעלות יכולת צילום יום ולילה המופעלות על ידי תנועה. בכל חלקת ניטור הוצבו תשע מצלמות לאורך חתך של כ- 750–800 מטרים ובמרווחים של כ- 75–85 מטר אחת מהשנייה למשך עשר יממות לפחות.

עקרונות להצבת מצלמות חישה

1. בכל חלקת ניטור, מצלמות החישה תוצבנה באותם המיקומים בהן הוצבו במחזור הניטור הקודם.
2. ניתן לחרוג 20–30 מטרים מהנצ. המקורי לטובת הצבה טובה יותר, למשל, במיקום עם שדה ראייה משופר ופתוח יותר ו/או בצמתי שבילים של בע"ח. ניתן להיעזר גם בסימני שדה של בע"ח בשטח, כמו עקבות, תחנות הרחה וכו'.
3. אם השטח השתנה מההצבה האחרונה או אם יושבים בנקודה אנשים יש להזיז את ההצבה אפילו לעשרות מטרים יותר.
4. יש למקם את המצלמה כ-45 ס"מ מעל הקרקע. אם יש עץ מתאים, המצלמה תקובע עליו, בזווית כזו ששדה הראייה של המצלמה יהיה רחב ככל האפשר ובתמונה שהמצלמה מצלמת לפחות 30%–40% מהתמונה יהיה הקרקע (תמונה 1).

5. אם אין עץ מתאים, תקובע המצלמה ליתד/מוט ברזל, כך שהמצלמה תהיה בגובה של 45–50 ס"מ מהקרקע וגם במקרה זה, כיוון הזווית של המצלמה הינו חשוב, כפי שפורט בסעיף הקודם (תמונה 2).



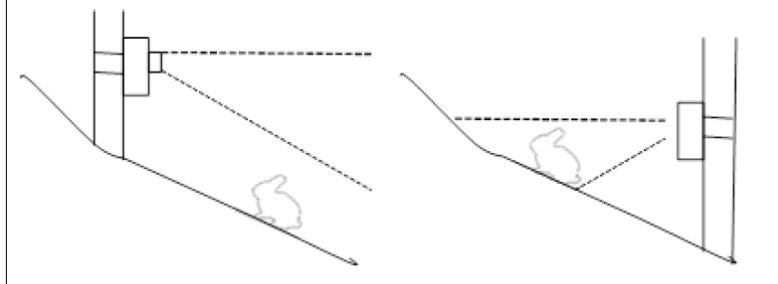
תמונה 1: הצבת מצלמת שביל על עץ בגובה של 45 ס"מ מעל הקרקע, בזווית ישרה וממול לשביל בע"ח. תמונה 2: הצבת מצלמת שביל על גבי יתד בגובה של כ-40 ס"מ מעל הקרקע.

6. במידה והמצלמה מוצבת באזור שעלולות להיות בו גניבות, ניתן להשתמש במוטות קצרים יותר ולהציב אותם בתוך שיחים נמוכים, כגון סירה קוצנית, ושגובה המצלמה המוצבת על המוט יהיה כ-30–40 ס"מ. זאת, על מנת לשפר את ההסוואה של המצלמה בשטח.
7. במידה והמצלמה מוצבת על יתד/מוט ברזל, יש לוודא כי היתד/מוט תקועים היטב באדמה ואף ניתן לשים משקולת אבן בבסיס היתד. קל וחומר במיקומים הנמצאים בשטחי מרעה, אז יש להימנע מרמיסה אפשרית של המצלמות ע"י עדר פרות/צאן.

גם חיות בר, כמו צבועים וחזירים עלולים להזיז את המצלמה או את המוט ממקומו, אם אינם מקובעים היטב, ולכן הקיבוע לאדמה הינו חשוב.

8. ניתן גם להציב את המצלמה בתוך גל אבנים בגובה של לפחות 30 ס"מ מפני הקרקע. על מנת לשפר את הסוואת המצלמה בשטח, יש להקיף את המצלמה באבנים, אך באופן שהאבנים לא יסתירו את עדשת המצלמה ובאופן שגל האבנים לא יבלוט מדיי בשטח.
9. במידת הצורך, יש לבצע חישוף של צמחייה ועשבים מול המצלמה. זאת על מנת לפתוח את שדה הראייה שלה ועל מנת למנוע צילומי סרק של המצלמה. צילומי סרק עלולים לגרום למצלמה לפעול כל הזמן וכך למלא את כרטיס הזיכרון או לרוקן את סוללות המצלמה, תוך ימים ספורים.
10. רצוי למקם את המצלמה באופן שלא תהיה בולטת בשטח ולעיתים יש להשקיע בהסוואתה. ניתן לעשות זאת ע"י הצבת היתד שעליו מוצבת המצלמה בתוך שיח ולשים מעל המצלמה ומצדדיה ענפים של אותו השיח (תמונה 3).
11. יש לכוון את עדשת המצלמה תוך התחשבות בגורמים הבאים:
 - א- טופוגרפיה: יש להמנע מהצבה ע"ג מדרון במידת האפשר. אם יש הכרח למקם את המצלמה על מדרון, עדיף לכוון את המצלמה במעלה המדרון (תמונה ימנית באיור) או לכוון את העדשה במקביל לפני הקרקע, כך שפני הקרקע יראו אופקיים בתמונה¹. בכל מקרה אין להציב כפי שמופיע בתמונה השמאלית באיור.

Figure 4.2 – Placing a camera on a slope. If placed like the image on the left, many animals will be missed and there will be a lot of movement in the background, causing false triggers. The image on the right displays a more effective way of placing a camera on a slope.



- ב- תכסית: לשים לב שאין אובייקטים קרובים לעדשה שעלולים לייצר החזר, כגון סלעים גדולים או צמחייה.
- ג- כיוון השמש: יש להציב לכיוונים צפ'-מז' / צפון / צפ'-מז' כדי למנוע סינוור והפעלת סרק של המצלמה על ידי השמש. יש למדוד את האזימוט של כיוון העדשה באמצעות מצפן או אפליקציה בטלפון.
- ד- יש לכוון את העדשה בזווית של 60° יחסית לכיוון שביל בע"ח, כדי לקבל תמונה של בעל החיים בעודו קרוב למצלמה מחד (לעומת זווית הקרובה ל- 0°), ולמזער תמונות ריקות כתוצאה ממעבר מהיר מול המצלמה מאידך (לעומת זווית של 90°).
12. יש לוודא שהמצלמות בחלקה נתונה מכוונות לשבילי בעלי חיים שונים, על מנת למנוע מצב בו פרט יחיד מפעיל את כל המצלמות בזו אחר זו.
13. את המצלמה אין להציב ממש על שביל בע"ח בכדי לא להפריע למעבר בע"ח.
14. יש לתכנת את המצלמה בדרך הבאה:
- א- 5 תמונות ברצף, ללא הפסקה. כלומר, מהרגע שחיישן התנועה של המצלמה מזהה תנועה, המצלמה תצלם 5 תמונות ברצף ללא הפסקה בין תמונה לתמונה.
 - ב- חיישן תנועה ברגישות גבוהה.
 - ג- פלאש בעוצמה בינונית. במידה וקיים מצב של צילום לילה רחוק יש להפעילו.
 - ד- ללא זמן המתנה בין רצפי צילום עוקבים.
 - ה- תאריך ושעה מכוונים.
15. יש לבצע מבחן הליכה (walk/motion test) ולוודא שהמצלמה אכן רואה את כל השטח הרצוי לצילום.
- במידה ודגם המצלמה הוא כזה שניתן לראות את התמונות המצולמות דרך המצלמה עצמה, ניתן להפעילה, להדגים הליכת בעל חיים בשביל/ים שממולה ולבחון בתמונותיה כיצד צילמה ועד איפה צילמה (תמונה 4).
- במידה ובדגם המצלמה יש אפשרות ל-walk/motion test, ניתן להפעילו וללכת מול המצלמה, בזווית של 0° ביחס לכיוון עדשת המצלמה (כאשר עומדים בדיוק ממול למצלמה), ובכל פעם להתרחק ולבדוק אם נורית המצלמה מהבהבת. ברגע שהנורית מפסיקה להבהב, זה מעיד על מרחק הגילוי המקסימלי שלה. מרחק זה יש למדוד באמצעות רולטקה/סרט מדידה (תמונה 5).



תמונה 3: הסוואת מצלמת השביל שהוצבה על יתד באמצעות ענפים של אלת מסטיק. תמונה 4: הדגמת הליכת בעל חיים מול המצלמה.

16. לאחר שהמצלמה מוקמה, יש לצלם אותה ממרחק של מספר מטרים כך שיתאפשר להתרשם מאופי השטח סביב המצלמה ומצפיפות הצומח. יש לצלם שתי תמונות: 1. המצלמה והשטח מאחוריה. 2. השטח שהמצלמה עתידה לצלם. את התמונה יש לצלם מגובה העדשה (תמונה 6 ותמונה 7).

17. הסוקר יצטלם לאחר הצבת המצלמה כך שהצילום הראשון של המצלמה יהיה שלו. כך גם בעת הוצאת המצלמה מהשטח. זאת, בכדי שיהיה תיעוד של תאריך ושעת הצבת המצלמה ותאריך ושעת הוצאת המצלמה (תמונה 8).

18. בזמן ההצבה יש לעשות בדיקה נוספת שאכן התאריך והשעה נכונים והסוללות מלאות עד מעל 70%.

19. כל הנתונים שהנ"ל מתועדים באפליקציית Fulcrum תוך כדי העבודה בשטח: נ.צ., תאריך ושעה, שם הסוקר, דגם המצלמה, שם המצלמה, גובה המצלמה מעל הקרקע, אזימוט של העדשה, מרחק גילוי מקסימלי ותמונות של המצלמה והשטח שהיא מצלמת.

20. קביעת סף להצבה חוזרת באתר:

אם ישנן 3 או יותר מצלמות פסולות מתוך 9 מצלמות בחלקה (כלומר, פחות מ-7 מצלמות תקינות), אזי יש להציב מחדש את כל מצלמות החלקה. מצלמה שלא השלימה לפחות 7 לילות

צילום תקינים מתוך 10 לילות ההצבה תיחשב פסולה. דוגמאות לפסילת מצלמה: מצלמה שנגנבה, מצלמה שלא פעלה כלל, מצלמה שהוסטה על ידי בעל חיים לפני הלילה השביעי וצילמה רק חלק מהשדה שהיה צריך לצלם, מצלמה שנפלה לפני הלילה השביעי.



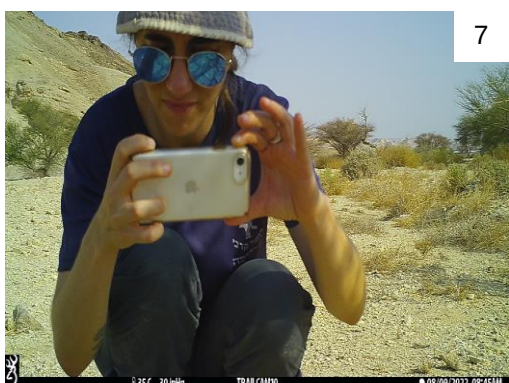
תמונה 6: מצלמת שביל והשטח שמאחוריה, כפי שצולמה לאחר ההצבה.



תמונה 5: מדידת מרחק הגילוי המקסימלי של מצלמת שביל ע"י רולטקה.



תמונה 7: צילום המצלמה והשטח שמאחוריה לאחר הצבתה. תמונה 8: הצילום הראשון של המצלמה הינו של הסוקר, מיד לאחר ההצבה.



2. עיבוד נתונים

2.1. סינון תמונות ריקות

סינון תמונות ריקות נעשה באופן ידני/ע"י אלגוריתם MegaDetector המופעל ע"י Microsoft. הקוד לאלגוריתם זה נמצא בתיקיית "נספח טכני יונקים" במסמך "פרוטוקול מיון WI גרסה 1.6" וגם בקובץ נפרד הנקרא "MegaDetector". ניתן גם להיעזר בלינק הבא:

<https://github.com/agentmorris/MegaDetector?tab=readme-ov-file#how-do-i-get-started-with-megadetector>

<https://github.com/agentmorris/MegaDetector/releases/tag/v5.0>

2.2. זיהוי בע"ח בתמונות

זיהוי בע"ח בתמונות נעשה ידנית או באמצעות אתר Wildlife Insights, המופעל ע"י Google. זיהוי מיני היונקים מתבצע לרמת המין על ידי מומחים. כמו כן, תועדו מס' פרטים, זווית ומצב בגרות. כיום, באתר Wildlife Insights יש לנו חשבון פעיל עם מספר פרויקטים שתמונותיהם מאוחסנות באתר. כדי לפתוח חשבון באתר יש להירשם ואז לבקש מרון חן או אלה פסטרנק המוגדרים כ-admin לצרף את החשבון החדש לחשבון המארג. כדי לרשום את החשבון החדש כ-admin יש ליצור קשר עם מערכת האתר. בתיקיית "נספח טכני יונקים" ישנו פרוטוקול זיהוי בע"ח מפורט הנקרא, פרוטוקול מיון WI גרסה 1.6". בתיקיית "נספח טכני יונקים" ישנו פירוט מפורט של כל תהליך עיבוד הנתונים שנעשה לנתוני היונקים של מחזורי 4T0-T, כולל הפנייה לטבלת הנתונים האחודה והסופית.

2.3. עיבוד וסינון לפני ניתוח

בניתוח הנתונים נכללו רק מצלמות שהופיעו בהם יונקים בינוניים- גדולים. כלומר, לא נכללו מצלמות שהופיעו בהם רק בני אדם ו/או כלי רכב ו/או חיות משק/בית ו/או מינים שאינם יונקים. גם מצלמות שבהם הופיעו רק יונקים שסווגו עפ"י סוג או משפחה (ולא ברמת המין) לא נכללו.

סינון ראשוני של מינים מתוך כלל המינים שנצפו במצלמות:

- מינים מגודל נמיה ומטה נופו בגלל גודל – כולל נמיה מצויה, שפן סלע, דלק, מיני קיפודים, מיני מכרסמים (פרוטוקול לא מותאם להם).
- מיני חיות בית ומשק נופו (כולל חתול).

- המינים קרקל ושועל נגב נופו מראש בשל נדירות ומיעוט תצפיות.
 - היחמור הפרסי נופה משום שתפוצתו מאוד נקודתית (נחל שורק, פארק גורן) ועל כן לא מהווה אינדיקטור טוב לשטחים המנוטרים ושאלות הניטור.
- סה"כ נותחו 13 מינים: תן זהוב, זאב אפור, צבי ישראלי, צבוע מפוספס, דרבן הודי, ארנבת מצויה, גרית מצויה, חזיר בר, שועל מצוי, צבי נגב, פרא אסייתי, ראם לבן, יעל נובי.

סינון לניתוח ארצי:

- קריטריונים לסינון (זהים עבור ניתוח של נתוני קרוב ורחוק ביחד ועבור ניתוח של נתוני רחוק בלבד):
 - תפוצה ארצית של המין + לפחות 40 מצלמות בהן המין מופיע בכל המחזורים יחד (סה"כ 2847 בקרוב ורחוק יחד)
 - מינים בעלי תפוצה ארצית מתוך הרשימה של ה-13 לעיל: תן זהוב, זאב אפור, צבוע מפוספס, דרבן הודי, ארנבת מצויה, שועל מצוי.
 - כל המינים הללו נכללו בניתוח כי עברו את הסינון לעיל.

סינון לניתוח יחידות ים-תיכוניות (בתות, חורש, יער):

- קריטריונים לסינון (זהים עבור ניתוח של נתוני קרוב ורחוק ביחד ועבור ניתוח של נתוני רחוק בלבד):
 - מינים עם תפוצה ים תיכונית + לפחות 40 מצלמות בהן המין מופיע בכל המחזורים יחד (סה"כ 1894 בקרוב ורחוק יחד)
 - מינים בעלי תפוצה ים תיכונית מתוך המינים לעיל: תן זהוב, זאב אפור, צבי ישראלי, צבוע מפוספס, דרבן הודי, ארנבת מצויה, גרית מצויה, חזיר בר, שועל מצוי.
 - 8 מינים עברו את הסינון – ארנבת מצויה ירדה בגלל מיעוט מצלמות.

סינון לניתוח יחידות מדבריות (דרום צחיח, חולות פנימיים, ספר מדבר, הר הנגב)

- קריטריונים לסינון (זהים עבור ניתוח של נתוני קרוב ורחוק ביחד ועבור ניתוח של נתוני רחוק בלבד):
 - מינים עם תפוצה מדברית + לפחות 40 מצלמות בהן המין מופיע בכל המחזורים יחד (סה"כ 998 בקרוב ורחוק יחד)
 - מינים בעלי תפוצה מדברית מתוך המינים לעיל: תן זהוב, זאב אפור, צבי נגב, צבוע מפוספס, דרבן הודי, ארנבת מצויה, שועל מצוי, יעל נובי, פרא אסייתי, ראם לבן.
 - עברו את הסינון: תן זהוב, זאב אפור, שועל מצוי, צבוע מפוספס, ארנבת מצויה, צבי נגב, יעל נובי.
 - ראם ופרא נופו בשל מיעוט מצלמות.
 - יעל נובי לא נותח היות ובית הגידול שלו אינו מיוצג במערך המרחבי של המארג והוא מופיע באופן נקודתי בלבד בתצפיות (יותר מ-97% מהתצפיות הן משני אתרים בלבד). לפיכך אינו מהווה אינדיקטור טוב לשאלות הניטור והמערך אינו מוכוון לנטר את אוכלוסיות מין זה.

סינון לניתוח נתונים ליחידות הניטור:

- מין שמופיע בפחות מ-20 פרטים למין ליחידה לכל המחזורים יחד, או מין שמופיע בפחות מ-20 מצלמות לאתרים שבהם 2 חלקות (קרוב, רחוק) ופחות מ-10 מצלמות שבהם חלקה אחת (רק רחוק).
- בשל מאפיינים שונים בין אתרי הניטור השונים בכל יחידה, זהות האתר הוכנסה לניתוח הנתונים.
- בשל חוסר עקביות במועדי הדגימה לאורך המחזורים השונים, העיתוי העונתי של הדגימה הוכנס לניתוח הנתונים (מפורט במסמך "עיבוד נתוני יונקים" שבתיקיית נספח טכני יונקים).
- הגדרות הקרבה ליישובים היו יחסיות ולא מוחלטות. למשל, המצלמות בחלקה "הקרובה" ליישוב עופר היו קרובות יותר ליישוב מאשר המצלמות בחלקה "הרחוקה" מעופר, אבל לאו דווקא קרובות יותר מאשר המצלמות בחלקה "הרחוקה" מהיישוב אדרת. על מנת לשמור על אחידות במינוח, השפעת הקרבה ליישובים על היונקים חושבה לפי המרחקים הגיאוגרפיים (במטרים) ולא לפי המרחקים היחסיים. מרחקים אלו חושבו ע"י מיכל קורן, אחראית GIS של המארג, תוך שימוש באלגוריתם ב-GIS המחשב את המרחק של כל נ.צ. (של מצלמה) מהיישוב או החקלאות הקרובה (מפורט במסמך "עיבוד נתוני יונקים" שבתיקיית נספח טכני יונקים).
- תצפיות חריגות עבור מין נתון ביחידת ניטור נתונה, במחזור נתון ומצלמה נתונה (למשל, תצפיות ב-150 פרטים ומעלה מאותו המין, המהוות מעל 10 סטיות תקן מהממוצע ביחידה) נופו מהנתונים (מפורט במסמך "עיבוד נתוני יונקים" שבתיקיית נספח טכני יונקים).

3. ניתוח הרכב מינים

1. בוצעה חקירה של הנתונים שכללה בדיקת התפלגות של התצפיות על פי משתנים שונים, בדיקת תצפיות בעלות ערכים קיצוניים, בדיקת קורלציה בין המשתנים המסבירים.
2. ניתוח סימולטני של נתוני השפעה של המינים שסוננו באמצעות ריבוי מודלים לינאריים מוכללים מחבילת mvabund (manyglm) בסביבת R (Wang et al., 2022). בשלב הראשון נבחרה משפחת ההתפלגויות של המודל (פואסונית / בינומית שלילית) באמצעות השוואה של טיב ההתאמה של המודל המלא מכל משפחה.
3. בחירת מודלים באמצעות AIC בשיטה של רגרסיה שלבית לאחור. המודל הראשוני היה המודל המלא (מודל בעל משתנים קבועים בלבד, לא מודל מעורב), שכלל את המשתנים שייצגו את שאלות הניטור (משתנה הזמן ומשתנים מרחביים רלבנטיים לניתוח, כולל משתנה האתר ומשתנה היחידה בניתוח הארצי) ומשתנים המייצגים את מועד הדגימה בשנה. אינטראקציות נכללו בין המשתנים שייצגו את שאלות הניטור (כגון בין הזמן לקרבה ליישוב), וכן בין משתנים אלה למשתנים רלבנטיים אחרים (כגון תת-היחידה עבור יחידות החורש והיער).
4. טיב ההתאמה של המודל הנבחר נבדק באמצעות גרפים דיאגנוסטיים.

5. מובהקות סטטיסטית (ערך P) של המקדמים של המשתנים במודל הסופי חושבה באמצעות מבחן חי בריבוע של וואלד, כפי שמחושב באמצעות הפונקציות anova ו-summary של המודל. ערכי ה-P תוקנו עבור השוואות מרובות.

6. מבחני פוסט-הוק לטובת השוואה בין רמות של משתנים איכותיים (קטגוריים), השוואת ממוצעים שוליים (marginal means) עבור משתנים המצויים באינטראקציה ובדיקת מובהקות עבור מגמות עתיות במודלים בהם משתנה הזמן היה באינטראקציה עם משתנים מרחביים בוצעו באמצעות חבילת emmeans בסביבת R (Lenth, 2023).

4. מקורות

Wang Y, Naumann U, Eddelbuettel D, Wilshire J, Warton D (2022). Mvabund: Statistical Methods for Analysing Multivariate Abundance Data. R package version 4.2.1

Lenth R (2023). Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.6