

מיפוי ראשוני – רגישות בעלי-כנף בסכנת הכחדה לטורבינות רוח בישראל – תקציר מהלך העבודה

עריכה: ד"ר נעם לידר, חטיבת המדע, רשות הטבע והגנים

מנדט ומטרת העבודה :

עבודה זו הוכנה כחלק מעבודת צוות בעלי כנף בראשות מנחם זלוצקי, המשרד להגנת הסביבה, על-פי סיכום מתאריך 14.2.2016, המפרט את מטרת המיפוי ואופן השימוש בתוצרים :

1. הצוות ממליץ על בניית מפת רגישות לא סטטוטורית שתמפה את ישראל על פי אזורי רגישות לבעלי כנף. ייקבעו שני צוותי מומחים שייבנו את המפה: צוות עופות וצוות עטלפים. הרכב הצוותים ייקבע על ידי המדען הראשי של רט"ג, ד"ר יהושע שקדי וראש אגף שטחים פתוחים בהג"ס, מר מנחם זלוצקי בתיאום עם שאר חברי הצוות. הקריטריונים למפת הרגישות ייקבעו גם כן בתיאום עם שאר חברי הצוות.

2. מפת הרגישות תציג קטגוריות רגישות כמדד ראשוני להסתברות לפגיעה, על בסיס ידע קיים לגבי תפוצה ושימושי שטח של עופות מקומיים ועטלפים למינים המוגדרים בסכנת הכחדה אן כרגישים לפגיעה מטרורבינות על סמך אמנות לשמירה על עופות עליהם חתומה ישראל וניסיון בינלאומי. המפה תגדיר שלוש קטגוריות :

א. רגישות נמוכה – התכנית נמצאת במיקום שנחשב באופן ראשוני לבעל הסתברות נמוכה לייצר פגיעה משמעותית. המשמעות ליזם – היתכנות גבוהה לקידום.

ב. רגישות בינונית-גבוהה – התכנית נמצאת במיקום שנחשב באופן ראשוני לבעל הסתברות בינונית-עד גבוהה לייצר פגיעה משמעותית. המשמעות ליזם – יתכן שלא יאושר המשך תכנון או שיאושר בתנאים.

ג. רגישות גבוהה – התכנית הנמצאת במיקום שבאופן ראשוני הוא בהסתברות גבוהה לייצר פגיעה משמעותית. המשמעות ליזם – הסתברות גבוהה שלא יאושר או הסתברות גבוהה שהתכנית תאושר בתנאים מגבילים.

תוצרים צפויים : מבחינת הרגולטור - מיפוי שמאפשר לכוון את ההמלצות לדרישות מהתסקיר ואופן ביצוע סקר במידה והתכנית מקודמת. כלי להמלצה ראשונית למוסד התכנון מטעם המשרד להגנת הסביבה. מבחינת היזם - כלי להערכת סיכונים בהשקעה. אין מדובר על מפה סופית. המיפוי הסופי לאחר התסקירים והסקרים ישמש כאחד הכלים העיקריים להערכת רגישות לצרכי קבלת החלטה על המשך המיזם ע"י ועדות התכנון.

מסמך זה כולל שני פרקים המתארים את שיטת העבודה למיפוי רגישות של בעלי-כנף :

א. עופות (עמודים 3-12).

ב. עטלפים (עמודים 13-23).

שכבות הרגישות לבעלי-כנף (עופות ועטלפים) יעמדו לרשות המוסדות והגופים הרלוונטיים כשכבות GIS סטנדרטיות, שבהן הפירוט של המינים שמופו בכל פוליון.

הנחיות והבהרות לגבי השימוש בתוצרי המיפוי

1. אין להשתמש בתוצרי מיפוי הרגישות לבעלי-כנף (עופות ועטלפים) במנותק ממסמך ההסבר המפורט.
2. תוצרי מיפוי הרגישות לבעלי-כנף מהווים שכבות מידע גיאוגרפי, המבוססים על הידע הקיים היום, ומתייחסים רק לבעלי כנף ולא להיבטים אחרים אקולוגיים, נופיים, סביבתיים או תכנוניים.
3. שכבות הרגישות לבעלי-כנף מהוות שכבות מידע גיאוגרפי, אשר רק יחד עם שכבות מידע גיאוגרפי רלוונטיות נוספות, סטטוטוריות ואחרות (לדוגמא שמורות טבע וגנים לאומיים, תמ"א 22, מכלולי נוף בתמ"א 35, קרבה ליישובים, שטחי אש וכיוב'), מהוות את המיפוי המתאים לצרכי הגדרה ראשונית של אזורים בעלי רגישות סביבתית בתהליך תכנון מיזמי אנרגיית רוח בישראל.
4. שכבת רגישות העופות ממוקדת בעופות מקומיים (יציבים וחורפים), המצויים בסכנת הכחדה בלבד. השכבה אינה ממפה צירי נדידה בישראל, אשר דורשים בחינה בעזרת סקרים ייעודיים.
5. שכבות הרגישות לבעלי כנף (עופות ועטלפים) מציגות דירוג יחסי. יש לזכור שגם באזורים המסומנים בדרגות רגישות נמוכות, מופו מינים בסכנת הכחדה ועוד עשרות מינים שלא מופו על פי הגדרת עבודה זו.
6. תוצר זה אינו מחליף תסקיר מפורט, סקרים או כל בדיקה הנדרשת על-פי הוראות התמ"א או יועצי הות"ל בשלב התכנון. לכל היותר, מפת הרגישות מספקת הכוונה ראשונית לסיוע באיתור מדורג של אתרים המתאימים למיזמי טורבינות רוח, אשר על בסיס מיפוי זה עשויים למזער פגיעה בבעלי-כנף.
7. המפה והמידע עליו היא מבוססת אינו מחליף ניטור, בקרה ומנגנון של הפסקת פעילות טורבינות בזמן של מעבר בעלי כנף בסמוך לטורבינה.
8. המפה אינה מציינת אזורי איסור או אישור להקמת טורבינות רוח. אזורים בעלי סיווג רגישות גבוה מעידים על ערך רגישות גבוה עבור מינים הנמצאים בסכנת הכחדה, דבר המחייב התייחסות תכנונית מתאימה ומוקפדת ע"י מוסדות התכנון, כשנבחנים אתרים לפיתוח מיזמי אנרגיית רוח. אזורים אלו אינם מתאימים לפי הידע הקיים להקמת טורבינות רוח.
9. שכבת מיפוי העופות כוללת ציון לרמת ודאות המידע. כאשר רמת ודאות המידע פחותה מ-5, יש להניח שהאזור רגיש עד שלא יוכח אחרת, ולכן סומנו אזורים אלו בלבן במפת יחידות הנוף, קטגוריה המציינת היעדר מידע.
10. המפה היא התחלה של בסיס מידע מסודר שיתפתח בשנים הקרובות לאור הנתונים שיזרמו מהסקרים שנערכים. ככל שיצטברו נתונים חדשים על תפוצה של מינים, ועל אזורים שכיום חסרים מהם נתונים, או על שינוי סטטוס הנדירות של מינים, ערכי הרגישות במפה יצריכו עדכון. קבלת החלטות על בסיס מפה זו צריכה להיעשות בזהירות, במיוחד באזורים שבהם ידוע שקיימים פערי ידע. רמת ודאות הפחותה מציון 8 אינה מהווה בסיס להחלטות.

א. מיפוי ראשוני - רגישות עופות בסכנת הכחדה לטורבינות רוח בישראל – תקציר מהלך העבודה

מרכז צוות המיפוי: פרופ' עידו יצחקי, אוניברסיטת חיפה

צוות מיפוי: דן אלון (חלה"ט), ד"ר ערן ברוקוביץ (יועץ למשרד הגנת הסביבה), אוהד הצופה (רט"ג), אלי חביב (חלה"ט), ד"ר נעם לידר (רט"ג), ירון צ'רקה (קק"ל) ודודן רותם (רט"ג).

רקע

המיפוי עושה שימוש במירב הידע הקיים כיום בישראל ובשיטות המקובלות ומקודמות כיום בעולם, על מנת לזהות את האזורים בישראל בהם קיימת רגישות גבוהה לפגיעה של מיני עופות מקומיים (יציבים וחורפים) הנמצאים בסכנת הכחדה מקומית או עולמית מפיתוח אנרגיית רוח בתוך או בסמיכות לבית גידולם. הדירוג והמיפוי נערך על ידי הערכת מאפיינים אקולוגיים והתנהגותיים של מיני עופות נבחרים ועל פי תפוצת העופות. כלי המיפוי ישמשו ככלי מכוון לתכנון ראשוני של מיזמי אנרגיות רוח עבור התעשייה, גורמי ממשל וגופים סביבתיים.

שיטות

מתודולוגיית המיפוי התבססה על פרויקטים דומה אשר בוצעו בחו"ל, ובעיקר זה של אירגון BirdWatch באירלנד¹, וארגון Birdlife בדרום-אפריקה².

בחירת מיני העופות למיפוי במפת הרגישות

- 1) העופות נבחרו בעזרת צוות מומחים על פי רמת הסיכון הנשקפת להם מפיתוח פרויקטים של טורבינות רוח. רמת הסיכון נקבעה על פי (א) מעמד השימור הלאומי והבינלאומי ו- (ב) פרופורציית מספר הפרטים של המינים השונים החולפים/חורפים בישראל מכלל אוכלוסייתם בארצות המוצא (בתחום הרלוונטי באזור האירו-אסיאתי). העופות שנכללו במיפוי הם אלו הנמצאים בשתי רמות הסיכון הגבוהות ביותר (טבלה 1).
- 2) מעמד השימור ופרופורציית הפרטים בישראל נקבעו על פי המקורות ואמנות ההגנה הבאות:
 - א. מאה ועשרה מיני עופות מהספר האדום של החולייתנים יבשתיים בישראל³. לרשימה זו הוסיף צוות המומחים מספר מינים נודדים דואים ומיני דורסים מקננים שאינם בספר האדום אך להערכתו נמצאים בסיכון. סה"כ נכללו 126 מינים ברשימה הראשונית.
 - ב. רשימת הספר האדום העולמי IUCN Red List⁴.
 - ג. מיני עופות המופיעים בנספחי (Appendix1, Appendix2) של האמנה לשימור מינים נודדים שתחתיה: הסכם ההגנה על עופות מים נודדים בין אירוסיה ואפריקה African-Eurasian Migratory Waterbird Agreement (AEWA) ומזכר ההבנות להגנת העופות הדורסים Raptors Memorandum of Understanding (MoU).
 - ד. נספח 2 של אמנת ברצלונה (The Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols).

ה. לגבי עופות דורסים ועופות דואים חושבה פרופורציית מספר הפרטים החולפים והחורפים בישראל מכלל הפרטים באירופה או באזור הגיאוגרפי ממנו הם הגיעו על פי הערכת BirdLife International. פרופורציית המינים החולפים חושבה על פי סקר העופות הדואים בסתיו (17 מינים) בשנים 2005 - 2015 ואביב 2014 - 2016.

ו. פרופורציית עופות המים החורפים בישראל (92 מינים) חושבה על פי ממוצע חמש השנים האחרונות 2011-2015 של מפקדי עופות המים בישראל מתוך ממוצע גודל האוכלוסייה של עופות המים באזור האירו-אסייתי של International Waterbird Census Count Totals 2011- 2014: African-Eurasian AEWA region של Wetlands International.

3) דרגות הסיכון המופיעות במקורות הללו אינן אחידות. כדי לאחד את הקטגוריות של מצב הסיכון ופרופורציית הפרטים בישראל של כל אחד ממיני העופות מכל הרשימות שלעיל נקבע סולם של 5 דרגות שימור (Conservation scores) המשקפות את רמת הסיכון בה נמצא המין (0 – 4), כאשר 0 היא דרגת השימור (רמת הסיכון) הנמוכה ביותר (טבלה 1).

טבלה 1: שקלול דרגות הסיכון של עופות על פי מקורות המידע השונים.

דרגות הסיכון	Barcelona		CMS/AEWA		רמת סיכון על פי הספר האדום או IUCN	% הפרטים החולפים/חורפים בישראל
	Appendix II	Raptors MoU	Appendix II	Appendix I		
Score4	Yes	yes	yes	yes	CR, EW, EX	>50%
Score3					EN	26-50%
Score2					VU	11-25%
Score1					NT	1-10%
Score0	No	No	No	No	LC	< 1%

- EX – Extinct – נכחד; EW – Extinct in the Wild – נכחד בטבע; CR – Critically endangered – בסכנת הכחדה חמורה; EN – Endangered – בסכנת הכחדה; VU – Vulnerable – עתידו בסכנה; NT – Near Threatened – בסיכון נמוך; LC – Least Concern – לא בסיכון

4) הדירוג שנקבע הוא הדירוג הגבוה ביותר שקיבל כל מין באחת מכל שבע הרשימות שבטבלה לעיל. כך דורגו כל המינים ברשימה בערכים 0 - 4.

5) הוחלט להשאיר ברשימה רק את המינים שדורגו ברמת סיכון 3 ומעלה. נותרו ברשימה 61 מינים.

קביעת רגישות המינים הנבחרים לטורבינות רוח

רגישותם של 61 המינים לטורבינות רוח נקבעו על פי חוות דעת מקצועית של 15 מומחים לעופות (רשימה מצורפת למטה). המומחים התבקשו, באמצעות שאלון מובנה, להעריך גם את הסכנות הישירות הצפויות לעוף מפעילותן של טורבינות רוח (התנגשות, "סכנות תעופה") וגם את הסכנות הצפויות לעוף מהשפעת הקמת טורבינות רוח על בית גידולו ("סכנות בית גידול"). המומחים העריכו 11 תכונות של כל אחד מהמינים (7 סכנות תעופה ו-4 סכנות בית גידול) כולל הדרגות השונות לכל תכונה והערך המספרי שניתן לכל תכונה לצורך החישוב המתמטי לפי הרשימה להלן.

"סכנות התעופה"

- 1) **יכולת תמרון בתעופה:** המהירות והיכולת של פרט לשנות כיוון ומהירות בזמן תעופה. גורם זה חשוב בחיזוי יכולת המין להימנע ממכשולים בתעופה כאשר יכולת תמרון גבוהה יותר מקטינה את הסיכוי להתנגשות. (נמוכה מאוד – 4, נמוכה – 3, בינונית – 2, גבוהה – 1, גבוהה מאוד – 0).
- 2) **שימוש בדאייה/תעופה אקטיבית:** התנהגות עופות מסוימים המשתמשים בזרמי אוויר עולים להקטנת בזבז האנרגיה בתעופה. אזורים גיאוגרפיים המשמשים לדאייה ישמשו בדרך כלל לאתרי טורבינות רוח. השימוש הכפול לטורבינות ולדאיית עופות יוצר קונפליקט באזורים אלו. כמו כן, יש מיני עופות המעופפים אקטיבית בגובה הטורבינות. נטיית מין לדאות/לעוף אקטיבית בגובה הטורבינות (200 מטר) תעלה ככל הנראה את סכנת ההתנגשות עם להבי טורבינות רוח. (תמיד – 4, בדרך כלל – 3, מידי פעם – 2, לעיתים רחוקות – 1, אף פעם – 0).
- 3) **טורף ומשחר לטרף באוויר:** מספר מינים מחפשים טרף וטורפים בתעופה. התנהגות זו הגורמת לעוף להפגין תמרונים אוויריים מורכבים במהירות גבוהה אשר עלולים להיערך באזור להבי הטורבינה ועלולה לחשוף פרטים לסיכון מוגבר להתנגשות. הגברת תשומת הלב לכיוון האדמה עלולה להקטין את המודעות ללהבי טורבינות הרוח. רבות מטורבינות הרוח ממוקמות בשטחים פתוחים בעלי רוחות קבועות ללא מערבולות אשר בדרך כלל משמשים כשטחי ציד. (תמיד – 3, לעיתים – 1, אף פעם – 0).
- 4) **שוטטות - התנהגות סיור:** הנטייה היומית של עופות לעוף ממקום למקום בתוך תחום המחייה או הטריטוריה. תנועה זו יכולה להיגרם לשם שיחור לטרף, רבייה או שמירה על הטריטוריה. מינים המסיירים בתחום רחב הם בעלי סיכוי גבוה יחסית להתנגשויות עקב הפעילות האווירית הרבה. (ארוכה מאוד – עשרות ק"מ מידי יום – 4, ארוכה – עד 10 ק"מ מידי יום – 3, נרחבת – עד 5 ק"מ – 2, מקומית – מאות מטרים – 1, מקומית מאוד – עשרות מטרים – 0).
- 5) **התלהקות:** הנטייה של קבוצת עופות מאותו המין לנוע כקבוצה אחת ממקום אחד לאחר. תעופה בקבוצות גדולות יותר מגדילים את הסיכון להתנגשות בלהבי טורבינות הרוח כתוצאה מהקטנת יכולת התמרון של הפרטים הבודדים. זאת בעיקר אם הפרטים עסוקים בניווט בתוך הלהקה. (תמיד – 2, לעיתים – 1, אף פעם – 0).
- 6) **תצוגה אווירית:** עופות רבים משתמשים בדגמי תעופה מורכבים כאמצעי לחיזור, ביסוס טריטוריה או חברתיות. על ידי הגדלת זמן השהייה באוויר והקטנת תשומת הלב למכשולים, הגברת התצוגה האווירית עשויה לגרום לעליה בסכנת ההתנגשות עם להבי טורבינות רוח. (תמיד – 3, לעיתים – 1, אף פעם – 0).
- 7) **שעת הפעילות:** תנועה בשעות החשיכה מגדילה את סיכוי ההתנגשות בגלל מגבלת ראות. המדרג נע בין עופות פעילי יום מובהקים, דרך עופות הפעילים בשחר ו/או דמדומים וכלה בעופות הפעילים בלילה כדוגמת דורסי לילה או מינים הנוודים בלילה. (לילית בלבד – 4, שחר או דמדומים – 2, יומית בלבד – 0).

"סכנות בית גידול"

- 8) **נאמנות או תלות לאתר:** הנטייה של מין להשתמש רק או בעיקר באתר מסוים. מינים בעלי נאמנות גבוהה לאתר מסוים (או שזהו האתר בו הם תלויים לקינון, למנוחה, לשיחור מזון, לחריפה וכו') לא יעזבו אותו בקלות ולפיכך להקמת טורבינות רוח בשטח אתר זה תהיה השפעה שלילית גדולה יותר. (גבוהה – 4, בינונית – 2, נמוכה – 0).
- 9) **זמינות של בית גידול מועדף בתחומי ישראל:** מדד לגודל בית הגידול המכיל צרכים אקולוגיים מתאימים (מזון, ביטחון, מחסה, בני זוג) לתמיכה במין באזור מוגדר. זמינות גבוהה יותר של בית גידול רצוי בתוך תחום התפוצה בישראל מאפשרת באופן תאורטי שהשטח יתמוך ביותר פרטים מהמין. לפיכך, זמינות גבוהה יותר של בית גידול לעוף מסוים בישראל תקטין את רגישותו להקטנת בית הגידול הנובעת מפיתוח תשתיות טורבינות רוח. (נמוכה – 4, בינונית – 2, גבוהה – 0).
- 10) **העדפת בית גידול פתוח:** פיתוח טורבינות רוח בדרך כלל יעשה באזור נקי ממכשולים שעלולים להפריע לרוחות בקרבת הטורבינות. לכן יש לבחון השפעת טורבינות רוח על מינים המעדיפים בתי גידול פתוחים. השפעת טורבינות על מינים ביערות (בית גידול סגור) צפויה להיות מינימלית כל עוד היערות נשארים על כנם.

במקרה שפעילותו של מין מתפרשת על אזורים סגורים ופתוחים (למשל קינון או לינה ביער ושיחור באזורים פתוחים) יש להתייחס אליו כמעדיף בתי גידול פתוחים. (פתוח – 4, חצי פתוח – 2, סגור 0).

11) **רגישות להעתקה:** פיתוח תשתיות על ידי בני אדם נחשבת כהפרעה רצינית, בעיקר למינים רגישים או בסיכון. הוצע שהפרעות, כגון הקמת מתחם טורבינות רוח, גורמות להעתקת עופות למיקום אחר ומשפיעות יותר מההתנגשויות עצמן. מינים רבים הרגישים להפרעות יעזבו את האזור בחיפוש אזור אחר מתאים. (גבוהה- 4, בינונית – 2, נמוכה – 0).

על בסיס תוצאות השאלון חושב הממוצע של 7 סכנות התעופה ושל 4 סכנות בית הגידול.

חישוב מדד הרגישות של מין (Species Sensitivity Score, SSS) להקמתן של טורבינות רוח לכל אחד מהמינים התבסס על האינפורמציה שתוארה לעיל באמצעות הנוסחה הבאה:

מדד רגישות של מין (SSS) = דרגת הסיכון X (ממוצע סכנות תעופה + ממוצע סכנות בית גידול).

מדד הרגישות של מין הממוצע לכל המינים הנבחרים הוא 15.53, הערך המינימלי 8.95 והמרבית 22.47 (ציון לכל מין בטבלה 3).

יצירת מפת הרגישות

בשלב הראשון יצרנו רשת משבצות (גריד) של 5 קמ"ר לכל שטחי ישראל ושטחים שבניהול הרשות הפלסטינית. תפוצת המינים השונים על גבי הגריד נקבעה על פי מידע ממסדי-נתונים שונים המפורטים בטבלה 2.

טבלה 2: מקורות וסוג נתוני התצפיות של עופות בישראל

הערות	מקור נתונים	סוג תצפית
	רט"ג, פורטל הצפרות – חלה"ט, מאגר המידע הלאומי	תצפיות אקראיות
	רט"ג, חלה"ט	סקרי קינון
	חלה"ט, נוספים	סקרי טורבינות רוח
	חלה"ט	סקר נדידת עופות דואים
	רט"ג	סקר עופות מים חורפים
נכללו רק עופות יציבים	חלה"ט, רט"ג, אקדמיה	ריכוז נתוני משדרים

לאחר ניתוח ראשוני והצגת תוצאות לצוות העבודה הוסרו שני מינים נוספים מהניתוח (כך שנשארו 59 מינים ליצירת המפה).

נתוני התצפיות עברו אימות ביחס לסטטוס של המין, הגדרת החודשים הרלוונטיים והגדרת האתרים הרלוונטיים לגבי בישראל באופן הבא:

- הגדרת החודשים הרלוונטיים לניתוח עבור כל מין על פי הסטטוס העיקרי שלו בישראל – נודד (נספרו רק תצפיות בעונות המתאימות), חורף (נספרו רק תצפיות בחורף), יציב/מקנן (כול התצפיות נספרו).
- וכן אזורי קינון למינים מיוחדים – למשל חופמי אלכסנדר מקנן בשנים האחרונות רק בבריכות ומאגרים לאורך הערבה הדרומית לכן תצפיות שתואמות את תאריכי הקינון אך אינם מאזור זה הוסרו.

טבלה 3 מפרטת את הסטטוס על פיו נבדק כל מין ואת החודשים הרלוונטיים לסטטוס זה.

נערך ניקוי למסד הנתונים מתצפיות חריגות – חריגה מאזור תפוצה מוכר, חריגה מאזורי קינון למרות עונה מתאימה, מיקוד לאתרי קינון ידועים.

כדי לסנן תצפיות אקראיות במין מסוים נכללו בכל תא של 5 קמ"ר רק המינים שנצפו בה לפחות 3 פעמים במשך 27 שנים (1990-2016), אלא אם כן במסד הנתונים צוין קינון. רק בתנאים אלו קיבל תא את ציון מדד הרגישות לאותו המין.

ל-7 מינים נודדים דואים (איית צרעים, חסידה לבנה, עיט חורש, נץ קצר-אצבעות, עיט ערבות, בז ערב ושקנאי מצוי) שהתצפית בהם נערכה בהיותם בתעופה נערך חישוב ממוצע ההופעה של הפרטים בתא ונבחרו רק התאים שמעל למדד החציוני. זאת על מנת להימנע מתצפיות אקראיות ובודדות ומיקוד לנתיבי תנועה עיקריים.

נתוני משדרים – נבחרו תאים שהמינים הממושדרים חלפו מעליהן 3 פעמים ויותר.

לאחר גיבוש רשימת המינים הסופית לכל תא, בוצעה סכימה של כלל ערכי מדד הרגישות של כל המינים לכל אחד מהתאים.

על-מנת לחלק את ערכי מדד הרגישות של כל התאים לארבע קטגוריות, השתמשנו בשיטת סיווג Natural Breaks (Jenks), המאפשרת קיבוץ הערכים השונים לקבוצות שגבולותיהם מייצגים הבדלים גדולים בערכיהם.

חישוב רמת הוודאות לכל תא

קיימים מספר גורמים העלולים להשפיע באופן משמעותי על רמת הדיוק של המפה. גורם אחד הוא מידת הדיוק של הנתונים שבהם נעשה שימוש, הקשור למספר הדיווחים הקיימים לכל תא, ומתוך כך להסתברות שהתא מייצג נאמנה את מספר המינים הרגילים המצויים בתא לעומת זה שנצפה בפועל. ככל שמספר הדיווחים נמוך, אנחנו נצפה להגדלת אי-הוודאות על מידת הייצוג האמיתי של תא זה. אי לכך נבנה סולם בסיסי לרמת ודאות המבוסס על הצפי להימצאות מינים רגילים על-פי אטלס לציפורי ישראל שנכתב ע"י Shirihai (1996)⁵. עבור כל תא חושב היחס בין מספר המינים שנצפה בפועל לעומת מספר המינים הצפוי על-פי האטלס. ערך זה עבר נירמול לסולם של רמת ודאות עולה מ-0 עד 10 באופן הבא:

רמת ודאות	יחס בין מס. המינים שתועדו בפועל לצפוי על-פי שיריחי
0 (אפס) - התא מסומן ללא צבע ("ללא מידע")	$0.1 \leq$
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4
5	0.5
6	0.6
7	0.7
8	0.8
9	0.9
10	$1.0 \geq$

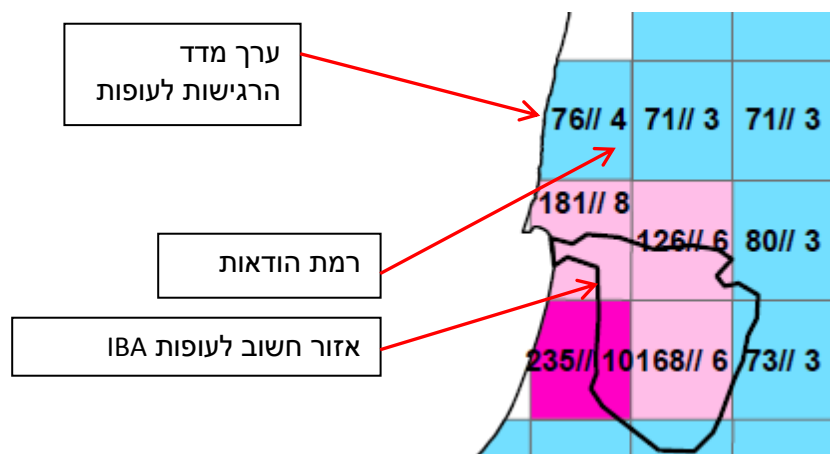
תאים שעבורם רמת הוודאות הוגדרה כאפס, המצביעים על יחס השווה או קטן מ-0.1 בין מספר המינים שתועדו בפועל לבין הצפוי, סומנו ללא צבע בשכבת הרגישות על בסיס רשת משבצות, ונכללים בקטגוריה של "ללא מידע".

שכבות מידע נוספות

ארגון BirdLife International⁶ הגדיר בישראל 15 "אזורים חשובים לעופות" (Important Bird Area, IBA), וזאת על בסיס קריטריונים בינלאומיים מקובלים. האזורים החשובים לעופות שהוגדרו, המתפרשים על-פני 4560 קמ"ר, משמרים 19 מינים בסכנת הכחדה ברמה עולמית, מינים בעלי תפוצה עולמית המוגבלת לביום (biome) וריכוז מינים מתלהקים נדירים. אמנם לאזורים חשובים לעופות אין מעמד סטטוטורי, אך אזורים אלו הוגדרו כחשובים לשימור עופות ולכן נוספו למיפוי הרגישות כפוליגונים התוחמים את גבולות האזור החשוב לעופות.

הצגת שכבת הרגישות הסופית

השכבה הסופית מציגה את סכום ערכי מדד הרגישות של מינים שתועדו כקטגוריות רגישות בעלות צבע שונה בתאים בגודל של 5 קמ"ר. שטח המוגדר כ"אזור חשוב לעופות" סומן כפוליגון במפה. השכבה הסופית מציגה לכן 5 קטגוריות רגישות (4 קטגוריות צבע + פוליגונים ללא מידע). עבור כל תא מצוין מספר המייצג את רמת הודאות של קטגוריית התא (איור 1).



איור 1. פרשנות המספרים במפה

המידע המספרי בכל תא מאפשר אומדן ראשוני של מספר המינים בסיכון בכל משבצת על-פי מדד הרגישות של המינים שתועדו. היות ומדד הרגישות הממוצע למין הוא 15.5 (טווח 8.95 – 22.47), ניתן לחלק את מדד הרגישות עבור אותו פוליגון ב-15.5 כדי לקבל הערכה גסה על מספר המינים. מידע מפורט יותר על מספר המינים המדויק וזהותם קיים בטבלת המידע של שכבת המ"ג. בנוסף, מתוך המספר הימני בכל משבצת, אשר מציין את רמת הודאות ניתן לקבל אומדן על אחוז המינים שנצפה בפועל לעומת הצפוי לפי מיפוי קודם בזמן שבוצע ע"י שיריחי⁵.

התאמת שכבת הרגישות הסופית לפוליגונים של יחידות הנוף

על-מנת לסייע בייצוג של תוצרי שכבת הרגישות לעופות ע"ג מפה עבור מנהל התכנון וקהלי יעד נוספים, השתמשנו בשכבת חטיבות הנוף ויחידות הנוף על-פי המתודולוגיה שהוצעה ע"י מוטי קפלן⁷, אשר מחלקת את שטחה של ישראל לפוליגונים המייצגים גיאוגרפיה ומסלע דומים.

יתרונה של צורת ההצגה של הנתונים על-פי יחידות נוף, הוא בכך שהיא מאפשרת להציג את הרגישות היחסית על-פני יחידות שטח המקובלות בעולם התכנון, אך חסרונה היא שיחידות הנוף אינן מייצגות באופן מלא את בית-הגידול הרלוונטי למיני העופות שנבחנו. לכן נדרש להתייחס לשתי השכבות (שכבת הרגישות על-פי רשת המשבצות, ושכבת הרגישות על-פי יחידות נוף) יחדיו כחלק מכל תהליך בחינה.

עבור כל פוליוגון של יחידת נוף, נבחרה המשבצת משכבת הרגישות לעופות, המייצגת את ערך המקסימום. ערך זה יושם עבור כל הפוליוגון של יחידת הנוף יחד עם מדד לוודאות ציון הרגישות של אותה משבצת.

על-מנת לחלק את ערכי מדד הרגישות של כל הפוליוגונים של יחידות הנוף לארבע קטגוריות, השתמשנו בשיטת סיווג (Natural Breaks), המאפשרת קיבוץ הערכים השונים לקבוצות שגבולותיהם מייצגים הבדלים גדולים בערכיהם.

פוליוגונים בעלי ערך ודאות קטן מ-5, המייצגים פחות מ-50 אחוז מהצפוי על-פי Shirihai (1996)⁵, לא נצבעו ומוגדרים כ"ללא מידע".

אי לכך השכבה המותאמת ליחידות נוף מציגה 5 קטגוריות על-פי המפתח שעל-גבי המפה. שטחי יהודה ושומרון לא מופו בשיטת יחידות הנוף, לאור היעדר זמינות מיפוי של חטיבות ויחידות נוף עבורם.

טבלה 3. הסטטוס של מין שנכלל במיפוי והחודשים הרלוונטים למעמד זה.

#	שם המין בעברית	סטטוס	קריטריונים למיון התצפיות	מדד רגישות	הערות
1	איית-צרעים	נודד	חודשים 5-6-8-10	16.566	
2	אלימון	יציב/מקנן	כלל התצפיות	18.560	
3	בז אדום	יציב/מקנן	חודשים 4-7	20.057	
4	בז נודד	חורף	אוקטובר-פברואר, + אתרי קינון	17.368	
5	בז ערב	נודד	חודשים 4-5, 9-10	12.218	
6	בז צוקים	יציב/מקנן	כלל התצפיות	15.521	
7	בז ציידים	חורף	חודשים נובמבר-פברואר	20.001	
8	בז שחור	יציב/מקנן	כלל התצפיות	14.953	
9	בזבוז לבנון	יציב/מקנן	כלל התצפיות	12.233	
10	ברווז משויש	יציב/מקנן	כלל התצפיות	17.143	
11	גיבתון שחור-ראש	יציב/מקנן	חודשים אפריל-יולי	11.008	
12	דיה שחורה	חורף	חודשים אוקטובר-מרץ	17.071	המין לא נכלל בניתוח הסופי
13	זמירון	יציב/מקנן	תצפיות מהחודשים 5-6	13.153	באתרים מתאימים
14	זרון סוף	חורף/מקנן	חודשים ספטמבר-מרץ	16.774	
15	חוברה	יציב/מקנן	כלל התצפיות	14.190	
16	חופמי אלכסנדרי	יציב/מקנן	רק בבריכות המלח באילת כלל התצפיות בחודשי הקינון	16.842	
17	חופמי גדול	יציב/מקנן	תצפיות מהחודשים 5-6	17.036	באתרים מתאימים
18	חיוויאי	יציב/מקנן	חודשים אפריל-ספטמבר	8.950	כולל נתוני משדור
19	חסידה לבנה	נודד	יולי-ספטמבר, מרץ-יוני ואתרי קינון	15.903	
20	חסידה שחורה	חורף	אוקטובר-מרץ	16.176	
21	יונת סלעים	יציב/מקנן	כלל התצפיות	10.634	המין לא נכלל בניתוח הסופי

22	כחל	יציב/מקנן	מאי-אוגוסט	12.229	
23	מרומית שחורה	נודד	חודשים ספטמבר, מרץ-מאי	19.641	
24	נץ קצר-אצבעות	נודד	חודשים אפריל-מאי, ספטמבר-אוקטובר	16.674	
25	נשר מקראי	יציב/מקנן	כלל התצפיות	17.326	כולל נתוני משדור
26	סבכי ערבות	יציב/מקנן	כלל התצפיות	11.075	
27	סבכי שיטים	יציב/מקנן	כלל התצפיות	14.322	
28	סיס הגליל	יציב/מקנן	כלל התצפיות	15.156	
29	עורב שחור	יציב/מקנן	כלל התצפיות	18.019	
30	עית זחוב	יציב/מקנן	כלל התצפיות	22.472	כולל נתוני משדור
31	עית חורש	נודד	חודשים 4-5-9-10	18.630	
32	עית ניצי	יציב/מקנן	כלל התצפיות	22.327	כולל נתוני משדור
33	עית ערבות	נודד	חודשים פברואר-מאי, אוקטובר-נובמבר	19.274	
34	עית צפרדעים	חורף	חודשים אוקטובר-פברואר	14.841	
35	עית שמש	חורף	חודשים אוקטובר-פברואר	14.714	
36	עיתם לבן-זנב	יציב/מקנן	כלל התצפיות	22.041	
37	עפרוני חכלילי	יציב/מקנן	כלל התצפיות	16.228	
38	עפרוני פסגות	יציב/מקנן	כלל התצפיות	18.654	באתרים מתאימים לקינון
39	עקב עיטי	יציב/מקנן	כלל התצפיות	9.067	כולל נתוני משדור
40	פיפיון הרים	יציב/מקנן	כלל התצפיות	15.954	
41	פרנקולין	יציב/מקנן	כלל התצפיות	11.163	
42	צולל בצות	יציב/מקנן	כלל התצפיות	16.538	
43	צולל חלודי	חורף	חודשים נובמבר-פברואר	12.058	
44	צחיחנית מדבר	יציב/מקנן	כלל התצפיות	12.633	
45	צחראש לבן	חורף	חודשים נובמבר-פברואר	16.552	
46	קורמורן גמד	יציב/מקנן	כלל התצפיות	11.468	
47	קטה חדת-זנב	יציב/מקנן	כלל התצפיות	9.406	כולל נתוני משדור
48	קטה כתר	יציב/מקנן	כלל התצפיות	18.818	
49	קטה סנגלית	יציב/מקנן	כלל התצפיות	13.726	כולל נתוני משדור
50	קנית אירופית	יציב/מקנן	חודשים 5-6	11.465	באתרים מתאימים לקינון
51	קנית בצרה	יציב/מקנן	כלל התצפיות	12.860	באתרים מתאימים לקינון
52	רחם	יציב/מקנן	כלל התצפיות	22.108	כולל נתוני משדור
53	רץ מדבר	יציב/מקנן	כלל התצפיות	12.919	
54	שדמית	יציב/מקנן	חודשים 5-6	21.053	

				אדומת-כנף	
55	שחף לבן-עין	יציב/מקנן	כלל התצפיות	14.951	
56	שקנאי מצוי	נודד	8-11 4-5	19.973	
57	שרקרק ירוק	יציב/מקנן	כלל התצפיות	14.869	
58	שרקרק מצוי	יציב/מקנן	חודשים מאי-אוגוסט	13.593	
59	תור מצוי	יציב/מקנן	חודשים אפריל-ספטמבר	9.323	
60	תחמס נובי	יציב/מקנן	כלל התצפיות	21.077	
61	תמירון	יציב/מקנן	חודשים מאי-יולי	9.781	

רשימת המומחים ממלאי השאלון:

1. דן אלון
2. רון אפרת
3. ד"ר רועי דור
4. אוהד הצופה
5. נועם וייס
6. אלי חביב
7. פרופ' יורם יום-טוב
8. נדב ישראלי
9. ליאור כסלו
10. זאב לוינגר
11. אסף מירוז
12. ד"ר שי מרקמן
13. דותן רותם
14. ד"ר איל שוחט
15. איתי שני

מקורות:

- 1 Mc Guinness, S. *et al.* Bird Sensitivity Mapping for Wind Energy Developments and Associated Infrastructure in the Republic of Ireland.
- 2 BirdLife South Africa (2012). Avian Wind Farm Sensitivity Map for South Africa.
- 3 דולב, ע. ופרבולוצקי, א. (עורכים) 2002. הספר האדום : מינים בסכנת הכחדה בישראל. רשימת המינים בסיכון - חולייתנים. 304 עמודים. הוצאת רשות הטבע והגנים החברה להגנת הטבע.
- 4 IUCN. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2*, <<http://www.iucnredlist.org>.(2016) <
- 5 Shirihai H. 1996. The Birds of Israel. Academic Press.
- 6 BirdLife International (2016) Country profile: Israel. Available from <http://www.birdlife.org/datazone/countryisrael>. Checked: 2016-12-16.
- 7 חטיבות נוף, אתר המשרד להגנת הסביבה. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/OpenSpaces/Landscape-Units/Pages/default.aspx>. Checked: 2016-12-16.

ב. מיפוי רגישות עטלפים לטורבינות – תקציר מהלך העבודה

מרכז צוות המיפוי: ד"ר אסף צוער, רט"ג

צוות מיפוי: אפרת בן-עטר (רט"ג), גליה ברשד (רט"ג), ד"ר עמית דולב (רט"ג), שמוליק ידוב (חלה"ט), פרופ' יוסי יובל (אוניברסיטת תל-אביב), ד"ר נעם לידר (רט"ג), ד"ר ערן עמיחי (אוניברסיטת תל-אביב), בעז פריפלד (רט"ג), דותן רותם (רט"ג).

עבודה זו הוכנה כחלק מעבודת צוות בעלי כנף בראשות מנחם זלוצקי, המשרד להגנת הסביבה.

רקע

המיפוי עושה שימוש במירב הידע הקיים כיום בישראל על מנת לזהות את האזורים בישראל בהם קיימת רגישות גבוהה של מיני עטלפים בסכנת הכחדה מקומית או עולמית. זאת לצורך הכוונה לפיתוח אנרגיית רוח בשיטות המקובלות ומקודמות כיום בעולם ובישראל. הדירוג והמיפוי נערך על ידי הערכת תחום תפוצת העטלפים והוספת משקלים על פי מאפיינים אקולוגיים והתנהגותיים של מיני העטלפים בהקשר לרגישותם לפגיעה מטורבינות רוח. כלי המיפוי ישמשו ככלי לתכנון ראשוני של מיזמי אנרגיות רוח עבור התעשייה, גורמי ממשל וגופים סביבתיים.

שיטות:

לצורך הערכת רגישות עטלפים ובגלל מיעוט יחסית של מידע לגבי תפוצה של מיני ישראל, נעשה שימוש במודלי מעטפת סביבתיים (climatic envelope models). מודלים אלו משתמשים במידע מסוג נוכחות בלבד (Presence only) של מין מסוים ובחינת הקשר בין התצפיות למשתנים סביבתיים שונים¹. מודלים אלו נפוצים מאוד בספרות האקולוגית ונעשה בהם שימוש רב לחיזוי תפוצה, פלישה של מינים פולשים תכנון ועוד. דוגמה לשימוש במודלים מסוג זה לצורך הערכת רגישות לטורבינות אם כי באופן כללי יותר נעשה ע"י שרות הפארקים האמריקאי².

שלבי עבודה:

1. בניית מפות עושר מינים משוכלל לרגישותם לטורבינות רוח:
 - א. יצירת מפות תפוצה לכל מין של עטלף.
 - ב. יצירת מפת עושר מינים ע"י סיכום תפוצת העטלפים לכל מקום בישראל.
 - ג. הוספת משקלים על-פי נדירות המין על בסיס הספר האדום לחולייתנים³ ורגישות תצורת התעופה להתקלות עם טורבינת רוח⁴.
2. בניית מפת אזורי חיץ של מושבות עטלפים משוכלל לרגישותם לטורבינות רוח:
 - א. מיפוי מושבות עטלפים
 - ב. יצירת דירוג למושבות השונות על פי עושר מינים, כמות פרטים, תקופת פעילות המושבה ורגישות המינים שבמושבה לטורבינות רוח.
 - ג. מיפוי אזור חיץ לכל מושבה בהתאם לדירוג
3. יצירת אזורי חיץ לאתרי מים מושכי עטלפים.
4. סיכום שלושת המפות יחדיו: מפות תפוצת מינים משוקללת, מפת אזורי חיץ למושבות עטלפים ומפת אזורי חיץ לאתרי מים מושכי עטלפים.

מקורות המידע:

- 6) מקורות המידע על תפוצת מיני העטלפים ומושבות העטלפים נלקח ורוכז משלוש מקורות מידע שונים:
- i. מאגר מידע עטלפים, בריכוז החברה להגנת הטבע, הכולל את נתוני הניטור הרב שנתי של עטלפי ישראל⁵ (ניהול ד"ר שמוליק ידוב)
 - ii. מאגר תצפיות רט"ג (ניהול ד"ר עופר שטייניץ)
 - iii. סקרי עטלפים עצמאיים שבוצעו לצורכי ניטור טורבינות רוח (תודות לד"ר כרמי קורין על המידע)
- בסך הכל נאספו 14,391 תצפיות שונות על עטלפים.
- 7) מודלים לתפוצה הורצו בתוכנת R⁶ תוך שימוש בחבילות "dismo"⁷ ו "raster"⁸.
- 8) משתנים סביבתיים שהוכנסו למודל נלקחו משכבות הממ"ג של רט"ג.
- 9) שכבות מקורות המים נלקחו משכבות הממ"ג של רט"ג.

תהליך העבודה:

בניית מפות עושר מיניים משוכלל לרגישותם לטורבינות רוח (נספח 4):

- 1) ניקוי ותיקון מאגר מידע העטלפים. לצורך הרצת המודלים: נבחרו תצפיות משנת 1980 והלאה וכן נמחקו תצפיות כפולות (אותו המין באותו המקום ללא קשר לתאריך בו נצפה) זאת בכדי להימנע מהטיה של המודלים לאזורים בהם היו מחקרים מרוכזים וריבוי תצפיות.
- 2) הורצו מודלים בעבור עטלפים אשר להם לפחות 30 תצפיות (לכן הוסרו המינים: נשפון גדול, נשפון מצוי, נשפון משופם ובלום-אף) כמו כן הוסרו תצפיות של עטלפי פירות. בסך הכול הוכנסו 26 מינים שונים של עטלפים למפה הסופית.
- 3) בעבור כל מין נלקחו באקראי 20% מהתצפיות לבחינת המודל ו80% מהתצפיות לצורך הרצת המודל.
- 4) המודלים השתמשו במשתנים הסביבתיים (נספח 1):
 - א. ממוצע גשם שנתי
 - ב. ממוצע טמפרטורה שנתית
 - ג. ממוצע טמפרטורה חודשית של חודש ינואר
 - ד. ממוצע טמפרטורה חודשית של חודש אוגוסט
 - ה. גובה מעל לפני הים
 - ו. מרחק מהיישוב הקרוב ביותר
- 5) הורצו 4 מודלים שונים (נספח 2):
 - א. BioClim
 - ב. Mahalanobis
 - ג. Domain
 - ד. MaxEnt
- 6) לאחר כל הרצת מודל, נבחר סף חיתוך המודל הרציף לצורך יצירת מפה דיכוטומית של המצאות ואי המצאות. סף חיתוך זה נבחר על פי השוואת תצפיות הבחינה (20% מהנתונים בהם לא השתמשו ליצירת המודל) אל מול תחזית התפוצה של המודל כאשר המטרה היא למקסם את תחזית נוכחות המין (Prevalence).

- (7) מפת תפוצה סופית בעבור כל מין, נוצרה על ידי חיבור ארבעת מפות התפוצה של ארבעת המודלים השונים לידי מפה אחת וסימון השטחים בהם לפחות שני מודלים שונים חזו המצאות של המין באותו המקום.
- (8) לאחר יצירת מפה יחידה בעבור כל מין, כאשר תחזית להמצאות המין קיבל ציון 1 ואי נוכחות ציון 0. הוכפלה כל מפה במקדם על פי הספר האדום ועל פי מקדם של סוג התעופה ועד כמה מסכנת התנגשות בטורבינה (נספח 3).
- (9) איחוד של כלל המשקלים לידי מפה אחת יצר את מפת התפוצה המשוכללת של העטלפים.

בניית מפת אזורי חיץ של מושבות עטלפים משוכללת לרגישותם לטורבינות רוח (נספח 5):

- (1) בשלב ראשון מופו כלל אתרי מושבות העטלפים
- (2) בעבור כל מושבה חושב הציון המשוקלל על פי הקריטריונים הבאים:

קריטריון	פקטור הכפלה
מספר המינים בעלי אופי תעופה גבוהה	3
מספר מינים בעלי אופי תעופה בינוני	2
מספר מינים בעלי אופי תעופה נמוך	1
מספר מינים שתועדו במושבה	100
מספר מקסימלי של פרטים שתועדו במושבה	10
באם המושבה הייתה פעילה אחרי שנת 1980	2
באם המושבה הייתה פעילה רק לפני 1980	1

- (3) הציון המשוקלל חולק ל 3 דרגות ועל פי הדרגה הוגדר רדיוס אזור החיץ מסביב למושבה:
- א. דרגה 1 (ציון אינדקס 0-500): רדיוס של 1 ק"מ מהמושבה
- ב. דרגה 2 (ציון אינדקס 501-5,000): רדיוס של 2 ק"מ מהמושבה
- ג. דרגה 3 (ציון אינדקס מעל 5,000): רדיוס של 5 ק"מ מהמושבה

יצירת אזורי חיץ לאתרי מים מושכי עטלפים (נספח 5):

- (1) מיפוי אזורי המים הפתוחים ממספר מקורות מידע גיאוגרפיים:
- א. שכבת "מקורות מים בנגב" עבודה של ד"ר דפנה לביא⁹ (נבחרו כל מקורות המים הגלויים)
- ב. שכבת מקורות מים קק"ל (בעיקר מאגרים)
- ג. שכבת מקורות מים ארצי ושכבת נחלי איתן בממ"ג של רט"ג. שימוש רק במקורות מים איתנים.
- (2) בשל ההבדל בחשיבות מקורות המים לעטלפים בחבל המדברי בהשוואה לחבל הים תיכוני^{10,11}. חושב רדיוס החיץ שמסביב למקורות המים בשונה בין החבל המדברי לים תיכוני (קו ה 200 מילימטר גשם)
- א. בדרום - רדיוס חיץ של 1 ק"מ מסביב לכל מקור מים גלוי.
- ב. בצפון - רדיוס של 200 מטר מסביב למקור מים גלוי.

איחוד המפות ויצירת המפה הסופית (נספח 6 ו 7):

- (1) שלושת המפות הרסטוריות שהתקבלו משלושת תהליכי המיפוי חוברו יחדיו כאשר:
 - א. מפת עושר המינים המשוקלל לרגישות לטורבינות תוקנן לטווח שבין 0 ל 1.
 - ב. מפת החיץ של מושבות ומקורות המים קיבלו כל אחד מהם 0.5 באזורי החיץ ו 0 בכל שאר באזור.
- (2) שינוי רזולוציה מגודל תא של 0.5 על 0.5 קילומטר לגודל תא של 5 על 5 קילומטר. שינוי הרזולוציה בוצע בשיטת mean בתוכנת ArcMap 10.1. {cell factor=10; aggregation technique: mean}. ARCMAP -> aggregate ->
- (3) חלוקת התאים לארבע קבוצות על פי קיבוץ בשיטת "Natural breaks"

הצגת שכבת הרגישות הסופית

השכבה הסופית מציגה את סכום ערכי מדד הרגישות של מינים שתועדו כקטגוריות רגישות בעלות צבע שונה בתאים בגודל של 5 קמ"ר. שטח המוגדר כ"אזור חשוב לעופות" סומן כפוליגון במפה. השכבה הסופית מציגה לכן 4 קטגוריות רגישות על-פי צבע.

התאמת שכבת הרגישות הסופית לפוליגונים של יחידות הנוף

על-מנת לסייע בייצוג של תוצרי שכבת הרגישות לעופות ע"ג מפה עבור מנהל התכנון וקהלי יעד נוספים, השתמשנו בשכבת חטיבות הנוף ויחידות הנוף על-פי המתודולוגיה שהוצעה ע"י מוטי קפלן⁷, אשר מחלקת את שטחה של ישראל לפוליגונים המייצגים גיאוגרפיה ומסלע דומים.

יתרונה של צורת ההצגה של הנתונים על-פי יחידות נוף, הוא בכך שהיא מאפשרת להציג את הרגישות היחסית על-פני יחידות שטח המקובלות בעולם התכנון, אך חסרונה היא שיחידות הנוף אינן מייצגות באופן מלא את בית-הגידול הרלוונטי למיני העופות שנבחנו. לכן נדרש להתייחס לשתי השכבות (שכבת הרגישות על-פי רשת המשבצות, ושכבת הרגישות על-פי יחידות נוף) יחדיו כחלק מכל תהליך בחינה.

עבור כל פוליגון של יחידת נוף, נבחרה המשבצת משכבת הרגישות לעופות, המייצגת את ערך המקסימום. ערך זה יושם עבור כל הפוליגון של יחידת הנוף.

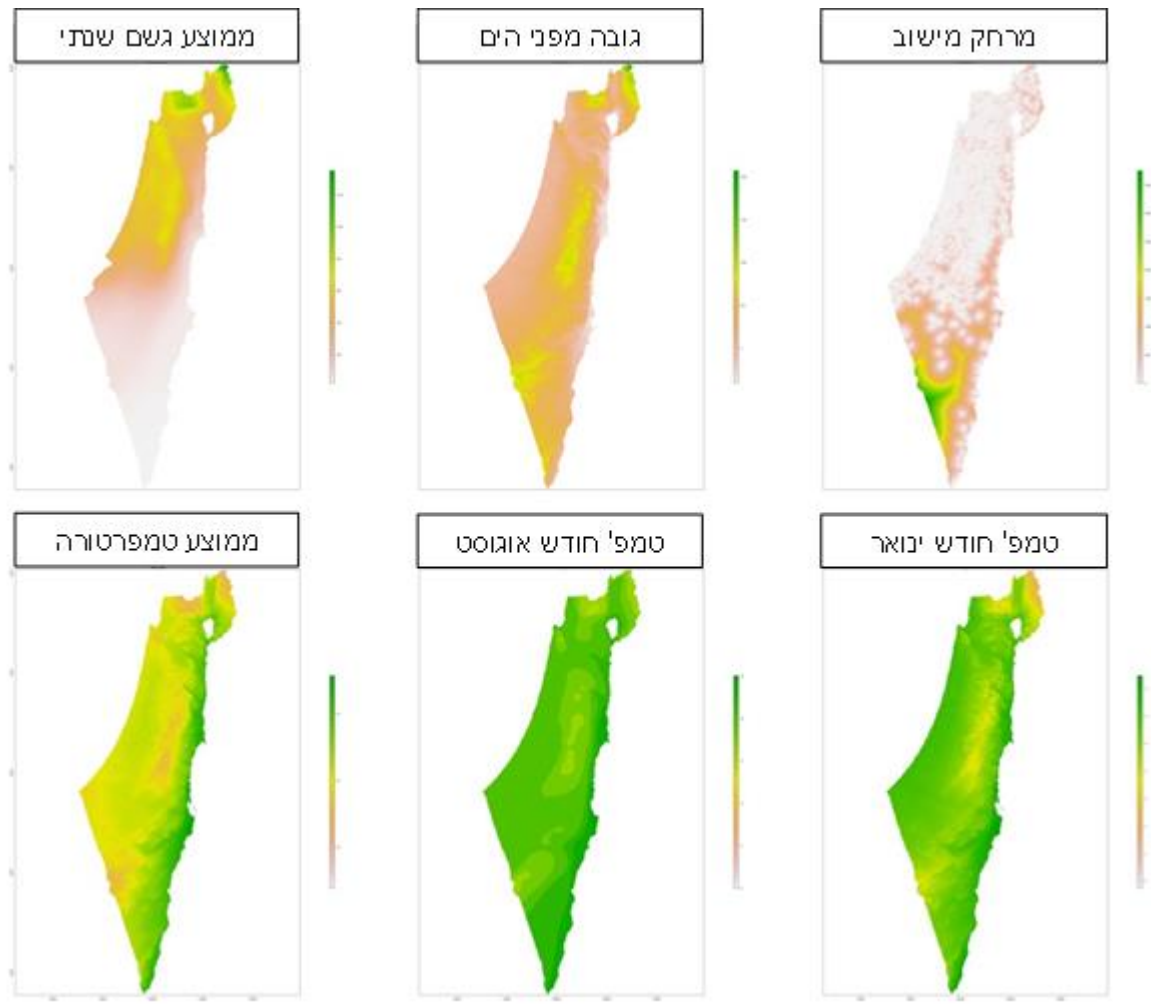
על-מנת לחלק את ערכי מדד הרגישות של כל הפוליגונים של יחידות הנוף לארבע קטגוריות, השתמשנו בשיטת סיווג (Natural Breaks), המאפשרת קיבוץ הערכים השונים לקבוצות שגבולותיהם מייצגים הבדלים גדולים בערכיהם.

השכבה המותאמת ליחידות נוף מציגה 4 קטגוריות על-פי המפתח שעל-גבי המפה. שטחי יהודה ושומרון לא מופו בשיטת יחידות הנוף, לאור היעדר זמינות מיפוי של חטיבות ויחידות נוף עבורם

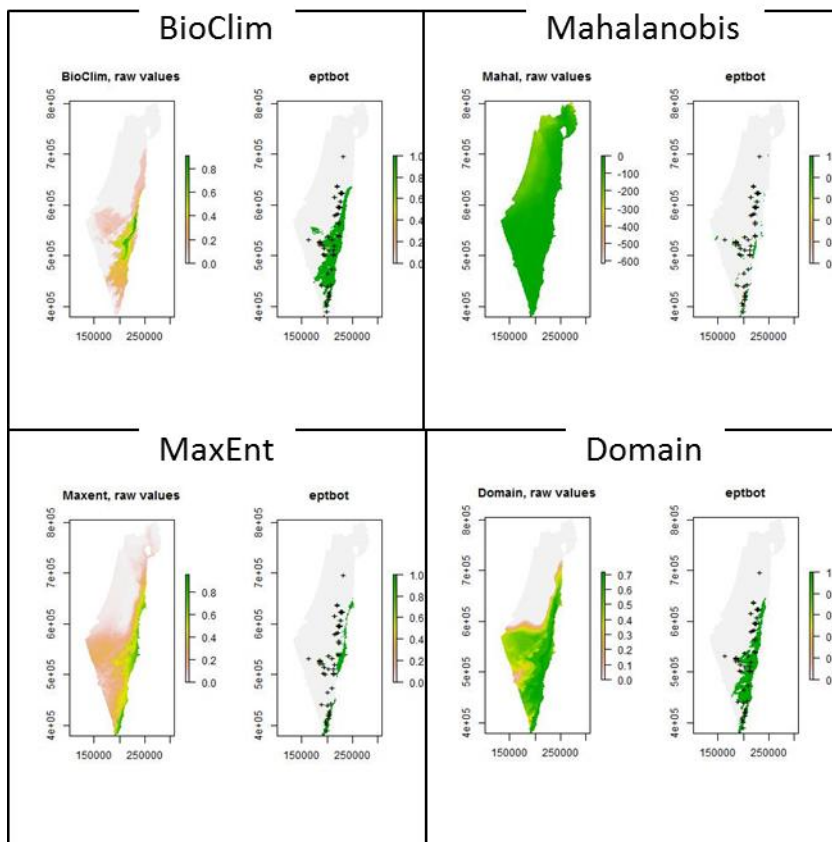
מקורות:

1. Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D. & Kadmon, R. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Divers. Distrib.* 397–405 (2007). doi: 10.1111/j.1472-4642.2007.00346.x
2. Rodhouse, T. J., Philippi, T. E., Monahan, W. B. & Castle, K. T. A macroecological perspective on strategic bat conservation in the U.S. National Park Service. *Ecosphere* 7, e01576 (2016).
3. שלמון, ב. מתוך: הספר האדום של החולייתנים בישראל (עורכים: א. ודולב, ע. 239–212 (2002).
4. Cryan, P. M. *et al.* Behavior of bats at wind turbines. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **111**, 15126–15131 (2014).
5. עמיחי, ע. וחובריו. ניטור רב-שנתי של עטלפי ישראל: סקר עטלפי חרקים בישראל. (2015).
6. Team, R. C. R: A language and environment for statistical computing. (2016). at <<https://cran.r-project.org/>>
7. Hijmans, R. J., Phillips, S., Leathwick, J. & Elith, J. dismo: Species Distribution Modeling. R package version 1.1-1. (2016).
8. Hijmans, R. *et al.* Package ‘ raster ’. CRAN -R.2.5-8. (2016). at <<http://cran.r-project.org/package=raster>>
9. לביא, ד. & מרקוס, מ. מקורות המים ואתרי המים בנגב ובערבה. (2002).
10. Razgour, O., Korine, C. & Saltz, D. Pond characteristics as determinants of species diversity and community composition in desert bats. *Anim. Conserv.* **13**, 505–513 (2010).
11. Korine, C. & Pinshow, B. Guild structure, foraging space use, and distribution in a community of insectivorous bats in the Negev Desert. *J. Zool.* **262**, 187–196 (2004).

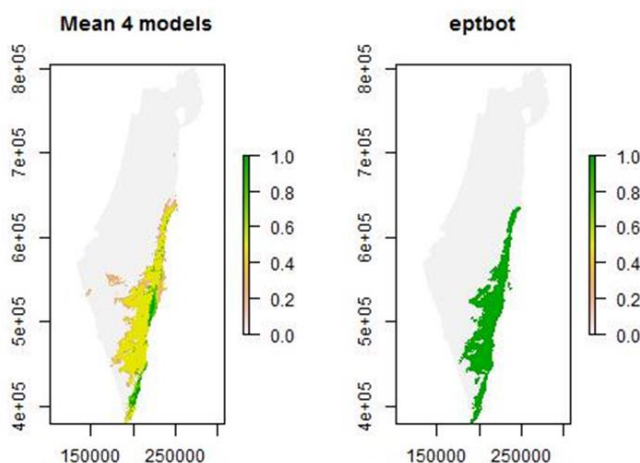
נספח 1 : משתנים סביבתיים שהוכנסו למודלים לתפוצת מינים



נספח 2: תוצרי 4 מפות, מארבעת המודלים השונים, של תפוצה משוערת של אפלול נגב. עבור כל מודל, המפה השמאלית מציגה את התפוצה הרציפה ואילו המפה הימנית את המפה הדיכוטומית בהתאם לסף החיתוך. הנקודות במפה הימנית מציגות את תצפיות של אפלול נגב.



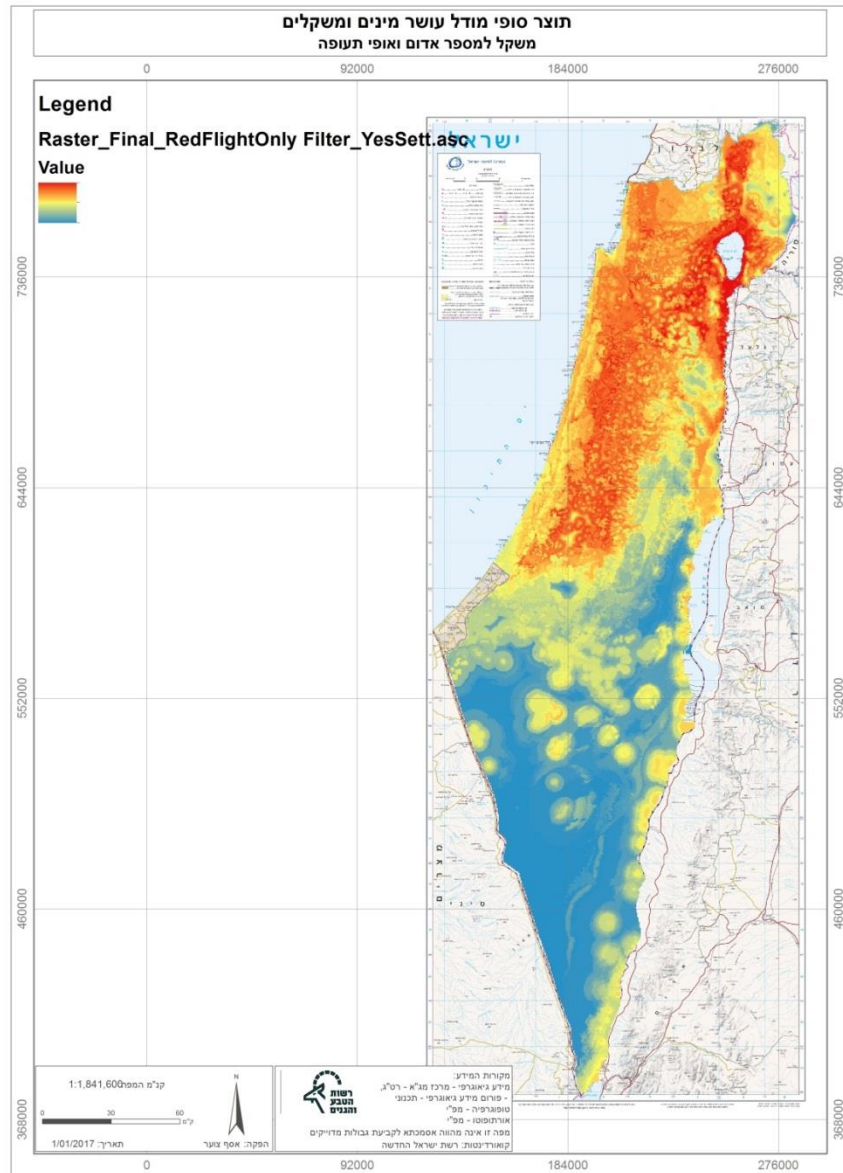
תוצר חיבור ארבעת המודלים למפה אחת (מפה שמאלית) ויצירת מפה סופית לאפלול נגב מאיחוד של לפחות שתי מפות יחדיו (מפה ימנית).



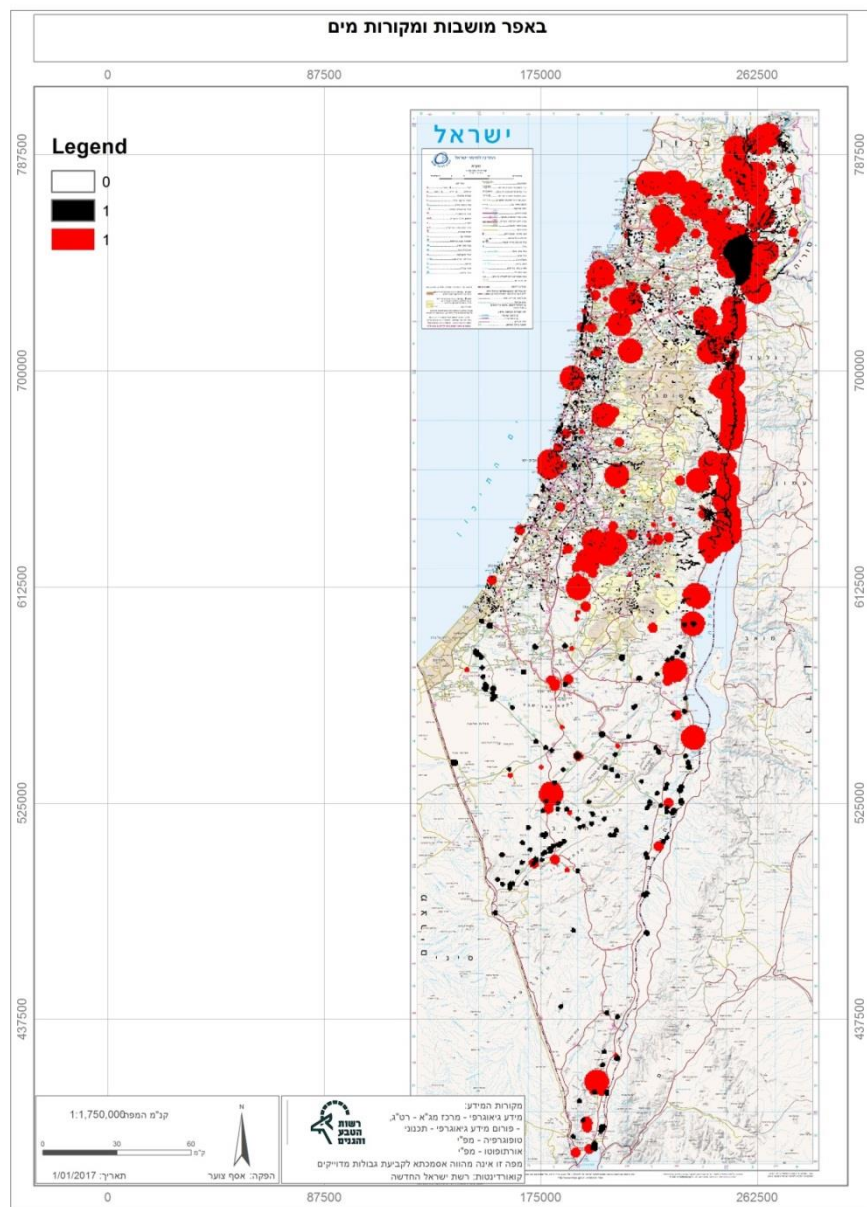
נספח 3 : רשימת מיני עטלפי ישראל ומקדמי הנדירות והתעופה אשר שוכללו במפת עושר המינים המשוכללת.⁷

שם עברי	קוד	שם מדעי	משפחה	Israel Red book	קוד נדירות	Flight	Flight Code
עטלף פירות	rouaeg	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Pteropodidae	LC	1	Mid	2
יזנב גדול	rhimic	<i>Rhinopoma microphyllum</i>	Rhinopomatidae	VU	3	High	3
יזנב קטן	rhihar	<i>Rhinopoma hardwickii</i>	Rhinopomatidae	VU	3	High	3
אשמן גדול	tapnud	<i>Taphozous nudiventris</i>	Emballonuridae	EN	4	High	3
אשמן קטן	tapper	<i>Taphozous perforatus</i>	Emballonuridae	EN	4	High	3
לילן	nycthe	<i>Nycteris thebaica</i>	Nycteridae	EN	4	Low	1
פרספ גדול	rhifer	<i>Rhinolophus ferrumeginum</i>	Rhinolophidae	EN	4	Low	1
פרספ הנגב	rhicli	<i>Rhinolophus clivosus</i>	Rhinolophidae	VU	3	Low	1
פרספ גמדי	rhiphip	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Rhinolophidae	VU	3	Low	1
פרספ מצוי	rhibla	<i>Rhinolophus blasii</i>	Rhinolophidae	EN	4	Low	1
פרספ כהיר	rhieur	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophidae	CR	5	Low	1
פרספ חיוור	rhimeh	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Rhinolophidae	RE		Low	1
פרספון	asetri	<i>Asellia tridens</i>	Rhinolophidae	VU	3	Low	1
אשף מצוי	tadten	<i>Tadarida teniotis</i>	Molossidae	NT	2	High	3
רמשן לילי	nycnoc	<i>Nyctalus noctula</i>	Vespertilionidae	EN	4	High	3
נשפון גדול	myomyo	<i>Myotis myotis</i>	Vespertilionidae	CR	5	Mid	2
נשפון מצוי	myobly	<i>Myotis blythii</i>	Vespertilionidae	CR	5	Mid	2
נשפון פגום-אוזן	myoema	<i>Myotis emarginatus</i>	Vespertilionidae	CR	5	Mid	2
נשפון גדול	myocap	<i>Myotis capaccinii</i>	Vespertilionidae	VU	3	Mid	2
נשפון דק-אוזן	myonat	<i>Myotis nattereri</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
נשפון משופם	myomys	<i>Myotis mystacinus</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
אפלול מצוי	eptser	<i>Eptesicus serotinus</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
אפלול הנגב	eptbot	<i>Eptesicus bottae</i>	Vespertilionidae	VU	3	Mid	2
עטלפון אירופי	pippip	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
עטלפון לבן-שוליים	pipkuh	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vespertilionidae	NT	2	Mid	2
עטלפון ריפל	piprue	<i>Pipistrellus rueppellii</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
עטלפון בודנהיימר	hypbod	<i>Pipistrellus ariel</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
עטלפון סאבי	hypsav	<i>Hypsugo savii</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
אודנן	otohem	<i>Otonycteris hemprichii</i>	Vespertilionidae	VU	3	Low	1
אוזן	pleaus	<i>Plecotus christii</i>	Vespertilionidae	EN	4	Low	1
אוזן (?)	pleaus	<i>Plecotus macrobullaris</i>	Vespertilionidae	EN	4	Low	1
בלומף שחור	barleu	<i>Barbastella leucomelas</i>	Vespertilionidae	EN	4	Mid	2
כנפן	minsch	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Vespertilionidae	EN	4	High	3

נספח 4 : תוצר עושר מיני עטלפים על פי המודלים ושכלול משקל לנדירות וגובה תעופת שיחור.



נספח 5 : מפת אזורי החיץ למושבות עטלפים ומקורות מים כפי שמפורט בגוף המסמך.



נספח 6 : שקלול שלושת המפות (עושר מיני עטלפים משוכלל, מקורות מים ומושבות עטלפים)

