



לאחרונה מקודמות יוזמות טכנוניות בישראל המציעות הוספת מתקנים בים התיכון, שחלק מהם יבלוט מעל פני המים. שינוי זה צפוי להשפיע על אופיו של התווך האווירי שמעל הים, ולהוות סיכון אפשרי לציפורים | צילום: Leo Pekaar, Pexels

ניתוח סיכונים לציפורים ממתקנים ימיים מול חופי ישראל

אלון רוטשילד

אגף שימור טבע וסביבה, החברה להגנת הטבע

אשל אופיר

אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית בירושלים; בית הספר הבין-תחומי לבריאות, חברה ומדע, מכללת הדסה

ערת שבתאי

אגף שימור סביבה וטבע, החברה להגנת הטבע

עודד סלע

אגף שימור סביבה וטבע, החברה להגנת הטבע

דניאל אורן

אגף שימור סביבה וטבע, החברה להגנת הטבע

יואב פרלמן

אגף שימור סביבה וטבע, החברה להגנת הטבע

ציטוט מומלץ

29 במאי, 2023

גיליון אביב 2023 / כרך 14(1)

חזית המחקר

רוטשילד א, אופיר א, שבתאי ע ואחרים. 2023. ניתוח סיכונים לציפורים ממתקנים ימיים מול חופי ישראל. אקולוגיה וסביבה 14(1).

על קצה המזלג

- המרחב הימי לאורך חופי ישראל הוא ציר מרכזי של נדידת ציפורים בין אפריקה לאירופה ולאסיה. עוצמתה של התופעה אינה מוכרת בציבור, מאחר שהיא מתרחשת בעיקר בשעות הלילה ובמרחב שהאדם כמעט לא נוכח בו.
- לאחרונה מקודמות יוזמות טכנוניות לבניית מתקנים ימיים שונים אל מול חופי ישראל – טורבינות רוח ימיות, אסדות נפט וגז, תרנים, כבלים ומיתרים עיליים – שחלק מהם יבלטו מעל פני המים וילוו בתאורה מלאכותית.
- קיים חשש כי הציפורים הנודדות בגובה נמוך מעל הים לאורך חופי ישראל ועופות ים מקומיים ייפגעו מהמתקנים החדשים.
- המאמר מציג את השינוי הצפוי במרחב הימי ואת מאפייני התעופה והנדידה מעל הים, וסוקר את הסיכונים האפשריים לציפורים מהקמת תשתיות ימיות.
- מבחינת פעילות אנושית, הים, ברובו, הוא עדיין מרחב בתולי, וקיימים פערי ידע רבים בקשר להשפעות הפעילות בו על הסביבה. על כן, נדרש דיון סביבתי-טכנוני לגבי בנייה במרחב הימי.

מערכת אקולוגיה וסביבה

על רקע מגמה עולמית של הוספת תשתיות ימיות, מקודמות לאחרונה יוזמות תכנוניות בישראל המציעות הוספת תשתיות בים התיכון, שחלק מהן יבלוט מעל פני המים. שינוי זה צפוי להשפיע על אופיו של התווך האווירי שמעל הים, ולהוות סיכון אפשרי לציפורים, בייחוד בנדידה. נוכח ירידה משמעותית בגודל האוכלוסיות הנודדות בציר האפרו-פליארקטי חשוב למזער את גורמי הסיכון לאורך מסלולי הנדידה ככל הניתן. כדי לבחון מה תוספת הסיכון עבור ציפורים בעקבות הקמת מתקנים ימיים שונים מול חופי ישראל, כבסיס לקביעת מדיניות ותכנון, ביצענו סקירת ספרות והערכה של הסיכונים לציפורים.

ציפורים מצויות בסכנת פגיעה ממתקנים ימיים בגלל מאפייני מערכת הראייה שלהן, המקשים עליהן להימנע מאלמנטים נייחים במהלך התעופה, בייחוד בלילה או בעת שיחור מזון. גובה תעופה נמוך וכן תנאי ראות ומזג אוויר קשים מעצימים את הסיכון. תאורה על גבי המתקנים יכולה להביא להגברת סכנת ההתנגשות או לשיבוש ההתמצאות. קיים קושי לתעד באופן שיטתי פגיעה בציפורים ממתקנים ימיים, אולם נמצא שפוטנציאל הסיכון יכול להגיע לעשרות עד אלפי ציפורים בשנה למתקן בודד.

לרוחב כל המרחב הימי של ישראל קיים ציר נדידה משמעותי עבור כ-240 מינים, בעיקר בסתיו ובלילה. חלק משמעותי מהפרטים נודד בגובה נמוך, במהירות גבוהה, ותנועה לכיוון החוף תועדה בעיקר מקו נתניה ודרומה. נוסף על כך, עשרות מינים של עופות ים או עופות ימיים למחצה, כולל מינים מקננים המצויים בסיכון, כמו שחפיות, משחרים מזון במרחב הימי.

בדיוני מוסדות התכנון נטען כי כיום קיימת הפרעה משמעותית מכלי שיט גדולים במרחב הימי של ישראל, ולכן תוספת מתקנים נייחים לא תהווה החמרה משמעותית של הסיכון לציפורים. לבדיקת טענה זו ביצענו ניתוח כמותי מרחבי של רמת הפרעה הנוכחית של מתקנים נייחים וכלי שיט גדולים. מצאנו שאין בטענה ממש, וכי במים הריבוניים כמעט ואין הפרעות לנדידה לילית של ציפורים, ומכאן שתוספת מתקנים תהווה שינוי משמעותי של רמת הפרעה הפוטנציאלית לציפורים. הסיכונים לציפורים נותחו עבור סוגי מתקנים ימיים שונים, תוך המלצה לקדם מחקר ייעודי להערכות סיכון כתנאי להקמת מתקנים ימיים, והמלצות לבחינה הסביבתית הנדרשת עבור מתקנים חדשים.

האתגר – השינויים בנוף המרחב הימי

על רקע מגמה עולמית של הוספת תשתיות ימיות, המכונה "פרבור ימי" (32,19) (ocean sprawl), מקודמות לאחרונה יוזמות תכנוניות בישראל המציעות הוספת מתקנים בים התיכון, שחלק מהם יבלוט מעל פני המים: סקרים אסטרטגיים לאנרגיות ממקורות מתחדשים ולחקלאות בים (שטרם פורסמו) ותמ"א ג'13 למתקנים חדשניים בים התיכון המציעה עשרות מתקנים, לרבות אסדות, תרנים וטורבינות רוח בגובה עשרות מטרים.

שינוי תכנוני זה צפוי להשפיע על אופיו של התווך האווירי שמעל הים, ולהוות סיכון אפשרי לציפורים, שהן ערכי טבע מוגנים בישראל, וההגנה עליהן מעוגנת גם במסגרת אמנת המינים הנודדים שישראל חתומה עליה. תקופת הנדידה מאתגרת במיוחד לציפורים, ובמהלכה נגרמת תמותה טבעית משמעותית [51], בעיקר במהלך חציית הים [40]. בעשורים האחרונים תועדה ירידה משמעותית בגודל האוכלוסיות הנודדות למרחקים ארוכים בציר האפרו-פליארקטי [53]. ממצאים מישראל מעידים על מגמה דומה (שקלר-גולדשטיין, מידע בע"פ, 2022). לפיכך חשוב למזער את גורמי הסיכון לאורך מסלולי הנדידה ככל הניתן.

כדי לבחון מה תוספת הסיכון שמתהווה בשל מתקנים חדשים עבור ציפורים החוצות את התווך האווירי שמעל הים התיכון, ערכנו, כבסיס לקביעת מדיניות ותכנון, סקירת ספרות בנושא הסיכונים שמתקנים ימיים יוצרים לציפורים, ואפיינו את תנועת הציפורים במרחב הימי של ישראל. ניתחנו את רמת הפרעה הנוכחית עבור ציפורים 'נודדות לילה' במרחב הימי של ישראל. התייחסנו גם לפריסת כלי שיט גדולים במרחב, שיוצרים לכאורה הפרעה שדומה למתקן תשתית ימי, כנקודת ייחוס לתוספת מתקנים חדשים, וביצענו הערכה של הסיכונים לציפורים בעקבות הקמת מתקנים ימיים מול חופי ישראל.

הגורמים לרגישות ציפורים לנוכחות מתקנים ימיים

ציפורים עלולות להיפגע מנוכחות מתקנים ימיים ממגוון של סיבות, הנוגעות למאפייני הראייה שלהן, לגובה התעופה, לתנאי הרוח, למזג האוויר ולהימצאות תאורה מלאכותית בתשתית. גורמי הסיכון המרכזיים לציפורים ממתקנים הבולטים מעל פני המים בים מסוכמים בטבלה 1.

טבלה 1. גורמי הסיכון המרכזיים לציפורים ממתקנים הבולטים מעל פני המים בים

גורם הסיכון	פירוט
מאפייני הראייה של ציפורים	<ul style="list-style-type: none"> • הציפור מתקשה להבחין בעצמים נייחים • ראייה חדה בשדה הראייה הצידי, ראייה חדה פחות לחזית התעופה • בעת שיחור מזון עופות ים ממוקדים בחיפוש טרף במים ולא בחזית התקדמותם
מאפייני תעופה מעל הים	<ul style="list-style-type: none"> • נדידה לילית • גובה נמוך: • תעופת נדידה מתבצעת אצל רוב המינים בגובה נמוך, במקרה של תנאי ראות ומזג אוויר קשים התעופה נמוכה אף יותר • תעופת שיחור של עופות ים מתבצעת בגובה נמוך
תאורה מלאכותית	<ul style="list-style-type: none"> • שיבוש כושר הניווט או הסטת מסלול - גורמים להוצאה חריגה של אנרגיה, ועלולים להביא לתשישות ולפגיעה בהצלחת הנדידה • התכווננות ציפורים אל עבר התאורה והגברת סכנת ההתנגשות
אפקט השוניית	<ul style="list-style-type: none"> • המתקן מביא לעושר דגה המושך אליו ציפורים, ולכן מגביר את הסיכון להתנגשות • האפקט גבוה במיוחד בסביבה דלה בנוטריינטים, כמו מזרח הים התיכון
השראה אלקטרומגנטית	<ul style="list-style-type: none"> • השדה האלקטרומגנטי של טורבינות הרוח עלול להביא לשיבוש ההתמצאות של ציפורים המסתמכות על השדה המגנטי של כדור הארץ לצורך ניווט

טבלה 1

גורמי הסיכון המרכזיים לציפורים ממתקנים הבולטים מעל פני המים בים

מערכת הראייה של ציפורים

ככלל, הציפורים נחשבות לבעלות חוש ראייה מצוין. עם זאת, במקרים רבים הן מתקשות לזהות אלמנטים שבולטים לעין האנושית. לדוגמה, עין הציפור רגישה לניגודיות בשיעור נמוך בהרבה (4–8%) בהשוואה לרגישות העין האנושית [38]. מאפייני הראייה המקשים על ציפורים להימנע מהתנגשות באלמנט בודד במרחב הם [36,35]:

א. **הבחנה מוגבלת בשדה הראייה החזיתי** – היכולת של הציפור להבחין בפרטים אינה מופנית אל קדמת הראש כמו אצל האדם, ולכן היא מתקשה להבחין בעצמים בלתי צפויים הממוקמים במסלול תעופתה; ב. חלק ניכר מקולטני האור ברשתית מיועדים ל**הבחנה בעצמים נעים** בשדה הראייה, ולא בעצמים נייחים; ג. "בקרת שיוט" (cruise control) ללא בלמים". בייחוד בקרב ציפורים נודדות, **מהירות התעופה קבועה ומהירה** ומותאמת לניצול אנרגיה מיטבי. במהירות שכזו יכולתה של הציפור להאט בפתאומיות, עם זיהוי מכשול קדמי, מוגבלת.

לעופות ים מאפיינים ייחודיים נוספים:

לחלק מעופות הים (כמו יסעורים) מערכת ראייה "אמפיבית" המותאמת לראייה מעל ומתחת לפני המים, ומאפשרת זיהוי עצמים (טרף) הקרובים לקצה המקור בתוך המים. תכונה זו באה על חשבון כושר ההפרדה בזיהוי עצמים מרוחקים יחסית באוויר [21]. חלק משיחור המזון של יסעוראים (Procellariiformes) מתקיים בלילה [45], ואצל יסעורונים (Oceanodroma) הפעילות הלילית דומיננטית [13]. עופות אלה פעילים במרחב הימי גם בלילה, בעוד מערכת הראייה שלהם מותאמת באופן חלקי בלבד לתנאי אור מינימליים [38], ומתקנים ימיים יוצרים עבורם סיכון מוגבר.



זיהום אור מאסדת לווייתן בלילה | צילום: בר שטרנבך

גובה התעופה ותנאי הראות

למינים נודדים מעל הים מעוף נמוך ומהיר יחסית לזה שמעל היבשה [28, 8]. בתנאים תת-מיטביים עם ראות מוגבלת (גשם, ערפל, רוח חזיתית, לילות חשוכים – שהם הלילות המסוכנים ביותר להתנגשות במתקנים) הנטייה היא לתעופה נמוכה עוד יותר [31, 28]. ברוזים ועופות הים, הנודדים בשעות היום, עפים קרוב לפני המים [33, 28]. עם זאת, קיימים הבדלים משמעותיים בין המינים. לדוגמה, חופמאים רבים נוטים לחצות את הים בגובה רב [28, 18].

ממדידות מכ"ם בים הצפוני נמצא כי לפחות 50% מהציפורים הנודדות מעל הים נעות בגובה של פחות מ-200 מטר, ולפחות 33% בגובה שנמוך מ-100 מטר מעל פני הים [28].

תאורת לילה מלאכותית

תאורת מתקנים ימיים היא מהגורמים המשמעותיים לפגיעה בציפורים בשל שתי סיבות:

- התאורה היא גורם משיכה (בייחוד בתנאי ראות מוגבלת) המגביר את סכנת ההתנגשות. תאורת לילה מלאכותית משפיעה בייחוד על עופות ים שנמשכים למקורות אור חזקים שעל קו החוף, ועל נודדי הלילה בגלל שיבוש יכולת ההתמצאות שלהם [47, 11]. הימשכות פרטים צעירים לתאורה [22] תוארה ביסעוראים [23] ותועדה גם בישראל [50]. גורם זה מסכן בייחוד ציפורים בנדידת הסתיו, שיש בה פרטים צעירים רבים בעונת הנדידה הראשונה [34]. המשיכה לאורות מלאכותיים מועצמת בלילות שתנאי מזג אוויר מגבילים בהם את הראייה [39, 28] או בלילות ללא ירח [37]. מחקרי מכ"ם מצביעים על כך שבתנאי עננות כבדה או ערפל ציפורים יבשתיות הנודדות מעל הים נוטות לאי-התמצאות ונסחפות עם כיוון הרוח [41]. במקרה כזה, סביר כי כל מקור תאורה במרחב יהווה מוקד משיכה לחיפוש מקום מנוחה.
- התאורה משבשת את הניווט. משיכת ציפורים נודדות לתאורה מלאכותית בלב ים עלולה להביא להסתתן ממסלול הנדידה ולהתארכותו [10], ועקב כך, לדלדל את מאגרי האנרגיה ולפגוע בשרידות [46]. ציפורים נטו לחוג סביב מקור אור בדיד, לעיתים עד תשישות [48, 28]. ייתכן כי הסיבה לכך היא כי לפחות עבור חלק מהמינים הנודדים, אחד ממנגנוני הניווט מושתת על השימוש בגרמי שמיים (למשל, כוכבים) להתמצאות במרחב [55, 24, 5].

סיכונים לציפורים ממתקנים ימיים שונים

קשה לתעד באופן ישיר תמותת ציפורים מפגיעה במתקנים ימיים, ולכן קיימת הערכת חסר משמעותית של היקף התמותה הנגרמת מהתנגשויות מסוג זה [27]. ככלל, למתקנים ימיים יש פוטנציאל גבוה להוות גורם תמותה משמעותי עבור עופות ים ועבור מינים יבשתיים נודדים – עשרות עד אלפי ציפורים בשנה למתקן בודד, כפי

שיפורט בהמשך. פוטנציאל זה גבוה במיוחד באזורי רגישות אקולוגית גבוהה כמו נתיבי נדידה, ובעיקר בקרב נודדי הלילה ובתנאי ראות מוגבלים [23].

טורבינות רוח ימיות

במחקר שנערך בחוות טורבינות ימית סמוכה לחוף באנגליה נמצא כי היקף תמותת עופות הים עמד על 150-195 מקרים לתשע טורבינות לשנה [42]. הממצאים האלה מבוססים על סריקת החוף הסמוך לפגרים, אינם מייצגים תמותת ציפורים נודדות או ציפורים קטנות, ולכן מהווים כנראה הערכת חסר. בסקוטלנד נמצאה ירידה בגודל אוכלוסיות של עופות ים בטווח של עד 20 קילומטרים מהטורבינות, הקשורה לפגיעה ישירה ולהוצאות האנרגיה הגבוהות יותר בגלל עקיפת הטורבינות [44].

טורבינות רוח עלולות לפגוע בציפורים במספר היבטים משולבים:

פגיעה ישירה

פוטנציאל היפגעות גבוה צפוי עבור מינים הגומאים מרחקים ומתאפיינים בתעופה מהירה, כמו מינים נודדים (ציפורי שיר, למשל) ומינים משוטטים (יסעורים, למשל) [14], אך גם עבור מינים המבצעים תעופות יומיות בין אתרי לינה או קינון לאתרי שיחור המזון [20]. משרעת הפגיעה היא בטווח שבין פני הים ועד לקצה העליון של גובה הלהבים [26].

היקף הפגיעה עלול עשוי להיות מושפע מאפקט המשיכה של הטורבינות עבור הציפורים. הן עפות אל המתקן לשם עמידה עליו (למטרת מנוחה, תצפית לשיחור מזון או בשל תאורת הבטיחות הלילית) או בגלל "אפקט השונית" שרלוונטי לעופות ים. סביב בסיס הטורבינה מתפתחת מעין שונית מלאכותית המהווה מוקד משיכה למיני דגים רבים [3].

שיבוש התנועה

טורבינת הרוח עשויה לגרום לחוסר התמצאות של ציפורים העוברות בקרבתה, ומסתמכות על גרמי השמיים או על השדה האלקטרומגנטי של כדור הארץ לצורכי ניווט. התאורה המלאכותית והשפעות השדה האלקטרומגנטי המיוצר במהלך פעילות הטורבינה עלולות לגרום לכך שהציפור (בעיקר בתנאי ראות גרועים) לא תשלים בהצלחה את מסעה [17].

הסטה

הסטת מסלולי נדידה או תנועה יומית של ציפורים בשל רתיעתן מחוות ענק של טורבינות. עבור מינים נודדים, שנאלצים לבצע תמרון עקיפה המאריך את מסלול הנדידה מעל הים, ההסטה עלולה להגביר את סיכויי התמותה בשל תשישות [26] נמצא כי מינים שונים מגיבים באופן שונה לנוכחות הטורבינות [44].

אסדות נפט וגז

אסדות ימיות הן בעלות פוטנציאל פגיעה כעצם מוצק ומואר בסביבה פתוחה, ולכך יש להוסיף את הסיכון מהלהבה, אם היא קיימת. Ronconi ואח' [48] מציינים פגיעה בלילה אחד בכ-7,500 נודדי לילה מעל להבה של אסדת גז בקנדה.

עבור עופות ים אסדה ימית מהווה גורם משיכה משמעותי. נמצא כי צפיפות עופות הים בקרבת האסדה גבוהה פי 7-38 מאשר בים הפתוח [54]. תאורת האסדה ועמוד הלהבה במתקנים מבודדים תועדו מושכים ציפורים רבות, נודדות ומקומיות, וגורמים להן לתעופה מעגלית סביב המתקן שעשויה להימשך שעות במהלך הלילה [49]. [12]

תרנים, כבלים ומיתרים עיליים

גם מתקנים נייחים וגבוהים בעלי פרופיל צר (כמו תורן) עשויים לפגוע משמעותית בציפורים. תרנים, כבלים ומיתרים עיליים מסכנים בעלי כנף בעיקר בהתנגשות, כפי שתועד במחקרים ביבשה [29,7]. פוטנציאל הסיכון ממתקנים ימיים כמעט שלא נחקר. בתחנת FINO1 הנמצאת בים הצפוני ובנויה כתורן בגובה כ-100 מטר המתנשא מעל בסיס בגובה כ-28 מטר, נאספו פגרי ציפורים מ-34 מינים שונים שהתנגשו במתקן, בעיקר ציפורי שיר ועופות מים, בהיקף של כ-150 פגרים לשנה. להערכת החוקרים, כ-90% מהפגרים לא נמצאו, אלא נפלו למים או נאכלו, כך שיש להניח כי היקף הפגיעה האמיתי גדול פי כמה [27].

אירועי תמותה נרחבים התרחשו בתנאי מזג אוויר לא מיטביים (גשם, רוחות, ערפל ועננות נמוכה) בעונות הנדידה. יש להניח כי אירועי ההתנגשות הגדולים נובעים מהיקלעותם הפתאומית של פרטים נודדים לתנאי מזג אוויר גרועים מעל הים. בסיטואציה שכזו תאורת המתקן עשויה להוות עבורם גורם משיכה ואולי גם לגרום לאי-התמצאות, שעשויה להביא לריבוי התנגשויות.



טורבינות רוח עלולות לפגוע בציפורים בצורה ישירה, לשבש את התמצאותן במרחב ולהסיט את מסלולי נדידתן | צילום: National Renewable Energy Lab, [CC BY-NC-ND 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/)

תמונת המצב מול חופי ישראל

ציפורים במרחב הימי של ישראל (הים התיכון)

ישראל, כולל המרחב הימי שלה, שוכנת בצוואר בקבוק של ציר נדידת ציפורים מהחשובים בעולם, המקשר בין אזורי הקינון באירו-אסיה לבין אפריקה. הציפורים החולפות באגן המזרחי של הים התיכון מתחלקות, ככלל, לשתי קבוצות (איור 1):

מינים יבשתיים נודדי לילה

מינים יבשתיים (כ-240 מינים) חוצים את הים בדרכם מיבשת ליבשת. כ-80% מהציפורים הנודדות במרחב הישראלי נודדות בשעות הלילה^[1]. מתוכן, מיליוני ציפורים חוצות את הים התיכון, בייחוד בנדידת הסתיו^[9, 41]. על בסיס נתוני מכ"ם ניתן לאפיין את נדידת הסתיו של ציפורים יבשתיות מול חופי ישראל: תנועה בעומק הים על ציר צפון-דרום משעות הערב עד חצות, ואז שינוי כיוון לדרום-מזרח ותנועה אל החוף בין חצות ל-09:00 בבוקר, בעיקר מקו נתיבי ודרומה. עם זאת, תנועת ציפורים מסוימות נעשית בעומק הים במקביל לקו החוף^[16, 50, 56]. כלומר – פרטים רבים ממינים אלה לא ינחתו בחוף הישראלי, אך יחצו את התווך הימי שמול חופי ישראל, וינחתו בחופי צפון אפריקה. הנדידה מתבצעת בחזית רחבה, במהירות 40–100 קמ"ש. כ-70% מהציפורים הנודדות חולפות בגובה של פחות מ-1,000 מטר מעל פני הים. בגבהים הנמוכים (50–200 מטר על פני הים) חולפות כ-15% הציפורים הנודדות^[50]. נתוני מכ"ם מתחת לגובה 50 מ' מעל פני הים ממוסכים על-ידי הגלים, ולכן שיעור הציפורים החולפות בגובה נמוך כנראה גבוה בהרבה ממה שידוע^[6, 50].

מינים פלאגיים (ימיים) ופלאגיים למחצה

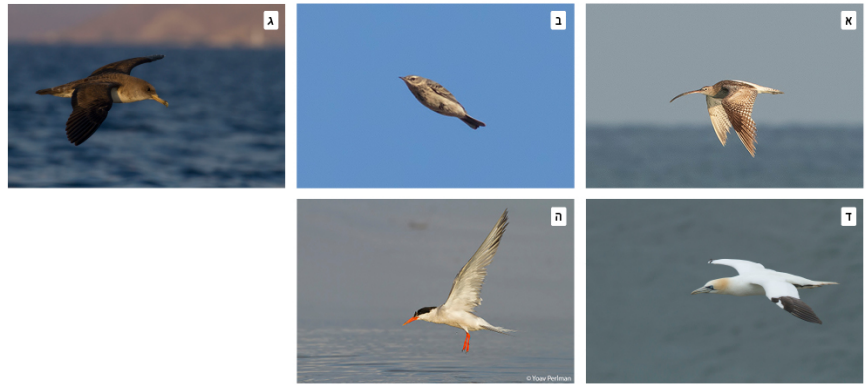
מינים פלאגיים, כמו יסעורים וסולות, עפים בגובה נמוך מעל הים. חלק מהם מצויים במרחב הימי של ישראל באופן קבוע, וחלק נדחקים לכיוון המרחב הימי הישראלי בימי סערה עם רוחות מערביות מלב ים^[1].

מינים פלאגיים למחצה מקיימים דפוסי תנועה יומיים בים הפתוח לשם שיחור מזון או לינה, אך קשורים ליבשה (יוממות). לדוגמה שחפיים (Laridae), שחפיתיים (Sternidae) חמסניים (Stercorariidae) וקורמורניים (Phalacrocoracidae).

עופות פלאגיים ופלאגיים למחצה משלבים תעופה מעל המים, שחייה ולעיתים גם צלילה. שחפיות ושחפים (שחף צהוב רגל, שחפית גמדית, ושחפית ים) מקננים לחופי ישראל בארבע מושבות (ראש הנקרה, עתלית, מעגן מיכאל ותל-אביב)^[2], ומבצעים תעופה יומית בטווח של קילומטרים בין החוף (אתרי הקינון) לבין עומק הים לצורך שיחור מזון (נעם וייס, אתר הצפרות הישראלי; יואב פרלמן, מידע בע"פ). בדרך כלל מדובר בתעופה נמוכה – עד עשרות מטרים מעל פני הים. בעת השיחור מיקוד הראייה של הציפור הוא צידי וכלפי מטה, ולא כלפי חזית התעופה^[33].

שחפים וקורמורנים מבצעים תנועות יומיות אל תוך הים וממנו, לשם שיחור מזון או לינה^[52]. תנועה זו נעשית בשעות הערב והבוקר המוקדמות, ומתאפיינת בתעופת חתירה בגובה של עד עשרות מטרים על פני הים, אולם סרם נערך מיפוי מסודר של מוקדי הלינה ותנועות יומיות אלה.

איור 1. נציגי הקבוצות העיקריות של ציפורים המצויות בסיכון ממתקנים ימיים הבולטים מעל פני הים
א. חרמשון גדול (*Numenius arquata*): עוף מים;
ב. פפיון מים (*Anthus spinoletta*): ציפור יבשתית הנוודת מעל הים בגובה נמוך;
ג. יסעור גדול (*Calonectris Diomedea*): עוף ים אמיתי ("פלאגי"), מעופף בגובה הגלים, פעיל גם בלילה;
ד. סולָה צפונית (*Morus bassanus*): עוף ים אמיתי ("פלאגי"), מעופף בטווח הגבהים של להבי טורבינות רוח;
ה. שחפית ים (*Sterna hirundo*): עוף ים פלאגי למחצה, מקנן בחופי ישראל ומשחר מזון בטווח של קילומטרים לעומק הים.
צילום: יואב פרלמן



איור 1 נציגי הקבוצות העיקריות של ציפורים המצויות בסיכון ממתקנים ימיים הבולטים מעל פני הים

א. חרמשון גדול (*Numenius arquata*): עוף מים.
ב. פפיון מים (*Anthus spinoletta*): ציפור יבשתית הנוודת מעל הים בגובה נמוך.
ג. יסעור גדול (*Calonectris Diomedea*): עוף ים אמיתי ("פלאגי"), מעופף בגובה הגלים, פעיל גם בלילה.
ד. סולָה צפונית (*Morus bassanus*): עוף ים אמיתי ("פלאגי"), מעופף בטווח הגבהים של להבי טורבינות רוח.
ה. שחפית ים (*Sterna hirundo*): עוף ים פלאגי למחצה, מקנן בחופי ישראל ומשחר מזון בטווח של קילומטרים לעומק הים.
צילום: יואב פרלמן.



שחפיות רסן (*Onychoprion anaethetus*) באיי ראש הנקרה. שחפיות ושחפים מקננים לחופי ישראל בארבע מושבות (ראש הנקרה, עתלית, מעגן מיכאל ותל-אביב), ומבצעים תעופה יומית בטווח של קילומטרים בין החוף (אתרי הקינון) לבין עומק הים לצורך שיחור מזון | צילום: אסף מירוז

הקונפליקט כיום: ניתוח כמותי מרחבי של רמת ההפרעה לציפורים בתווך האווירי שמעל הסביבה הימית בישראל?

בהינתן הסקירה לעיל, נשאלת השאלה – מה היקף המתקנים שיהוו שינוי משמעותי של המצב הקיים בהיבט תוספת סיכון לציפורים?

לשם כך, יש להעריך את מספר הפרעות הקיימות כיום כנקודת בסיס לדיון התכנוני על הוספת מתקנים ועל הסיכון העודף שהם גורמים לציפורים.

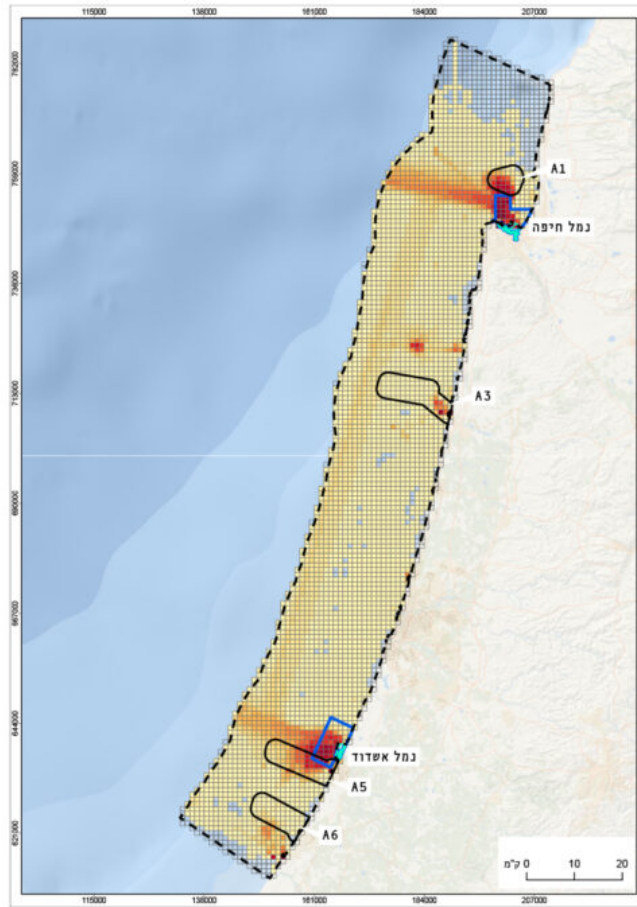
בדיוני מוסדות התכנון על תמ"א 13^[4] עלתה טענה כי כיום קיימת הפרעת רקע משמעותית מכלי שיט גדולים במרחב הימי של ישראל, שיוצרים לציפורים סיכון דומה לסיכון שמציבים תרנים, אסדות או טורבינות רוח, ולכן תוספת מתקנים נייחים חדשים לכאורה לא תיצור החמרה משמעותית של הסיכון לציפורים. כדי לבחון טענה זו ומכיוון שההפרעות הקבועות במרחב הימי של ישראל (בים הפתוח, מחוץ לשטחי הנמלים) מעטות, יש להעריך את פריסת כלי השיט הרלוונטיים לסיכון לציפורים, כלומר את **הצפיפות של כלי שיט גדולים עבור תא שטח, בנקודת זמן, בשעות הלילה**. לצורך הערכה זו ניתחנו באופן כמותי את נתוני שידור AIS של כלי שיט גדולים ואת צפיפותם במרחב המים הריבוניים (לפירוט השיטות – ראו [נספח 1](#)).

נמצא כי הפרעה שמקורה בכלי שיט גדולים במרבית תחום המים הריבוניים היא מזערית. ההפרעה מרוכזת בנמלים, בנתיבי הכניסה אליהם ובנתיבי השיט ([איור 2](#)). **בכל תחום** המים הריבוניים (4,065 קמ"ר) זוהו כ-18.96 כלי שיט גדולים בלבד ברגע נתון בממוצע בשעות הלילה. בתוספת שתי הפרעות קבועות במים הריבוניים (אסדת לווייתן והאונייה המגוזת), מתקבלות 21 הפרעות בתחום המים הריבוניים בשעות הלילה בממוצע. הצפיפות הממוצעת של כלי שיט גדולים ברגע נתון של שעות הלילה היא 0.0046 לקמ"ר. הקמ"ר הצפוף ביותר הכיל 0.757 כלי שיט בממוצע בלבד.

מתחמים שהוצעו לפיתוח בתמ"א 13^[1], נמצאו נטולי הפרעות (מתחמים 3, 6 – [איור 2 בנספח](#)) או כמעט נטולי הפרעות (מתחמים 1, 5 – [איור 3 בנספח](#)): במתחם ה"צפוף" ביותר (A5) נמצאו בממוצע פחות מ-0.5 כלי שיט גדולים ברגע נתון בשעות הלילה. באותו מתחם, בתוספת 2 קמ"ר רדיוס – פחות מ-2 כלי שיט גדולים ברגע נתון בשעות הלילה ([איורים 2 ו-3 בנספח](#)).

כנקודת ייחוס, תמ"א 13^[1] (גרסת דצמבר 2022) הציעה להוסיף עד כ-20 תרנים בגבהים שבין 20 מטר ל-50 מטר, תורן אחד של 150 מטר, ועוד עשרות מתקנים בגובה של עד 17 מטר^[3]. כלומר – במימוש מלא, התמ"א מציעה להכפיל את היקף ההפרעות בתחום המים הריבוניים ואף למעלה מזה.

איור 2. צפיפות ממוצעת של כלי שיט גדולים ברגע נתון בלילה במרחב המים הריבוניים באיור מסומנים המתחמים (A1, A3, A5, A6) המיועדים בתמ"א 13ג' להצבת מתקנים חדשניים בים התיכון (גרסת דצמבר 2022).



צפיפות כלי שיט בממוצע בזמן נהון (כלי שיט לקמ"ר)

0.074-0.047	0.011-0.008	0
0.118-0.075	0.016-0.012	0.0012-0
0.190-0.119	0.021-0.017	0.0029-0.0013
0.303-0.191	0.029-0.022	0.004-0.003
0.757-0.304	0.046-0.030	0.007-0.005

□ מרחב ימי פתוח עם הנחיות מיוחדות בתמ"א 13ג', בהוספת חיץ של 2 ק"מ

□ חחום נמל על פי תמ"א 13

■ אזור עגינת כלי שיט בנמל

⋮ חחום מים ריבוניים, ללא שטח נמל

איור 2

צפיפות ממוצעת של כלי שיט גדולים ברגע נתון בלילה במרחב המים הריבוניים

באיור מסומנים המתחמים (A1, A3, A5, A6) המיועדים בתמ"א 13ג' להצבת מתקנים חדשניים בים התיכון (גרסת דצמבר 2022).

הערכת הסיכון לציפורים במרחב הימי של ישראל בשל הימצאות מתקנים ימיים שונים – הערכת מומחה

כדי להעריך את פוטנציאל הפגיעה של מתקנים ימיים בציפורים ביצענו (אופיר, רוטשילד ופרלמן) ניתוח והערכת מומחה משותפת, באופן איכותני. ההערכה סוכמה בטבלה 2 על בסיס שלושה מרכיבים עיקריים: א. הערכת עוצמת ההפרעה, כפי שעולה מנתוני מחקרים עדכניים שסוכמו לעיל; ב. התייחסות למגבלות חושיות ופיזיולוגיות ולדפוסי התנהגות של הציפורים בסביבת מזרח הים התיכון, כפי שסוכמו לעיל; ג. הייחודיות והרגישות של אוכלוסיית הציפורים במרחב הימי הישראלי (בין השאר, רמת הסיכון על פי קטגוריות ארגון

שמירת הטבע העולמי IUCN והספר האדום של העופות בישראל).

הערכת הסיכון נעה מ-0 (היעדר סיכון) ועד 5 (סיכון גבוה מאוד) בהתאם לסוג המתקן, לרכיבי הסיכון בפעילות כל סוג מתקן ולהשפעה האפשרית על קבוצות שונות של ציפורים.

במסגרת הערכת סיכון זו יש לציין במיוחד את רגישותה של קבוצת המינים נודדי הלילה לפגיעה מכל סוגי המתקנים הימיים העיליים. זוהי קבוצה שפגיעותה מתועדת היטב בספרות, ונוכחותה במרחב הימי האזורי בולטת. עוד בולטת העובדה כי לטורבינות רוח הממוקמות בעומק הים פוטנציאל פגיעה רחבי גבוה בכלל המינים השהים במרחב הימי. הדבר נובע מתפקודן כמלכודת אקולוגית – השילוב הבעייתי של גורם משיכה הטומן בחובו סיכון משמעותי בעת ובעונה אחת.

טבלה 2. ריכוז השפעות מתקנים ימיים כמחוללי סיכון

הערכת ההשפעה המקומית של מתקנים ימיים במרחב הימי הישראלי על ציפורים, מהיעדר סיכון צפוי (0) ועד סיכון גבוה מאוד (5).

סוג המתקן	גורמי סיכון פוטנציאליים	ההשפעה הצפויה לפי קבוצות המינים הרגישים			
		נודדי יום	נודדי לילה	פלאגיים למחצה	פלאגיים
טורבינות רוח	מגיעת להבים	4	5	4	4
	התקני תאורה *	0	4	*** ?	4
	אפקט השוניית	0	0	5	5
	הסטת מסלול (רתיעה/ משיכה) **	4	5	2	0
	תפיסת בית גידול	?	?	3	1
אסדות גז ונפט	שדה אלקטרומגנטי	?	4	?	?
	התנגשות בגוף המתקן	2	5	2	4
חרנים, כבלים ומיתרים	התקני תאורה *	0	5	?	4
	התנגשות בגוף המתקן	4	5	3	4
	התקני תאורה *	0	5	?	4

* כגורם משיכה או כגורם משבש בהתמצאות ובתנועה
** רלוונטי במערך מתקנים גדול
*** ? מסמן היעדר מידע מספק לצורך מתן הערכה

טבלה 2

ריכוז השפעות מתקנים ימיים כמחוללי סיכון

הערכת ההשפעה המקומית של מתקנים ימיים במרחב הימי הישראלי על ציפורים, מהיעדר סיכון צפוי (0) ועד סיכון גבוה מאוד (5).



להקת קורמורנים. "קורמורנים מבצעים תנועות יומיות אל תוך הים וממנו, לשם שיחור מזון או לינה. תנועה זו נעשית בשעות הערב והבוקר המוקדמות, ומתאפיינת בתעופת חתירה בגובה של עד עשרות מטרים על פני הים" | צילום: Havardtl, Wikimedia, [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

דיון, מסקנות והמלצות

מסקירת ממצאי המחקרים שנערכו בעולם עולה כי למתקנים ימיים הבולטים מעל פני המים פוטנציאל סיכון

משמעותי עבור בעלי כנף – במיוחד עבור מינים נודדים ועופות ים (טבלה 3). מידת החומרה של הסיכון עשויה להיות שונה בין אתרים שונים ובזמנים שונים, כתלות במאפיינים סביבתיים.

מיקומה של ישראל על נתיב נדידה מהעמוסים בעולם גורם לכך שהיקף הפגיעה הפוטנציאלי בציפורים גדול, ובעל פוטנציאל להשלכות אזוריות. הקבוצה הפגיעה ביותר היא המינים נודדי הלילה. המרחב הרגיש כולל את כל המרחב הימי של ישראל, מכיוון שחזית הנדידה רחבה ומאופיינת בגובה תעופה נמוך של חלק ניכר מהפרטים.

תוספת הסיכון מאיימת במיוחד על האוכלוסיות השבריריות של שחפיות המקננות בחופים הצפוניים של ישראל.

טבלה 3. איומי פגיעה בקבוצות שונות של ציפורים ממתקנים ימיים הבולטים מעל פני הים

חורן / מימרים				טורבינות רוח ימיות				גורם הפגיעה
מסלול הסטח	פגיעה בביח הגידול	שיבוש התמצאות	פגיעה פיזית	מסלול הסטח	פגיעה בביח הגידול	שיבוש התמצאות	פגיעה פיזית	סוג הפגיעה אפיון הקבוצה
			+	+		+	+	נודדי יום
+		+	+	+		+	+	נודדי לילה
			+		+		+	פלאגיים למחצה
		+	+			+	+	פלאגיים

טבלה 3
איומי פגיעה בקבוצות שונות של ציפורים ממתקנים ימיים הבולטים מעל פני הים

סכנת התנגשות ושיבוש התנועה קיימת עבור כל אחד מסוגי המתקנים, אם כי לכל מתקן "מאפייני מסוכנות" ייחודיים משלו. לדוגמה, טורבינות הרוח הימיות מהוות איום היפגעות משמעותי בשל שטח הפנים העצום שלהן, גובהן הרב וקוטר הלהבים הנעים. זאת ועוד, התאורה המותקנת עליהן היא גורם משיכה, בייחוד בלילות חשוכים, דבר שצפוי להגביר עוד יותר את סיכויי ההיפגעות, וזאת יחד עם גורמים שטרם נחקרו לעומק, כמו השפעת השדה האלקטרומגנטי.

היבט אחר שראוי להתייחסות הוא התפיסה החזותית השונה במנגנוני הראייה של בני האדם ושל הציפורים. בפועל, יכולתן של הציפורים להתחמק מפגיעה במתקנים העיליים בלב הים מוגבלת מאוד (בעיקר בלילה ובתנאי ראות קשים), ולכן גם אסדות ותרינים הם גורם סיכון, והסיכון מוגבר בשל התאורה המותקנת עליהם.

ניתוח צפיפות ההפרעות הקיימת כיום במים הריבוניים של ישראל (על בסיס נתוני מיקום כלי שיט גדולים) מלמד כי הרוב המכריע של השטח הימי נקי מהפרעות פיזיות לתנועת ציפורים בלילה, בעוד קידום יוזמות תכנוניות, כמו תמ"א 13ג, צפוי להעלות בצורה משמעותית את היקף הפרעות במתחמים המוצעים. כיום יש שתי הפרעות קבועות ניירות במרחב המים הריבוניים, ובממוצע כ-20 כלי שיט גדולים במרחב זה ברגע נתון בלילה. הוספה של כ-20 תרנים בגובה עשרות מטרים מעל פני הים, ועוד עשרות מתקנים בגובה עד 17 מטר מעל פני הים, כפי שמוצע תמ"א 13ג, תהיה לפיכך יותר מהכפלה של היקף הפרעות הפוטנציאליות לציפורים במרחב המים הריבוניים. וזאת, כשלתורן גבוה פוטנציאל סיכון גדול יותר עבור ציפורים מאשר עצם מסיבי כמו ספינה, שהיא קלה יותר לזיהוי. עוד יש לזכור כי יוזמות תכנוניות שטרם הגיעו לשלב של תכנון מפורט, יבקשו בעתיד להוסיף מתקנים נוספים ויחמירו את הסיכון לציפורים.

לנוכח ממצאי הניתוח, מומלץ לקדם מחקר לשיפור הבנת מאפייני הנדידה, השהות וההתנהגות של בעלי כנף במרחב הימי, ולהערכת הסיכון לציפורים בעקבות הוספת מתקנים בים – כבסיס להחלטות התכנוניות. על בסיס ידע זה מוצע לבחון במסגרת של סקר סביבתי אסטרטגי מודל סיכון לקבוצות שונות של ציפורים בתרחישים תכנוניים שונים. עד להשלמת פערי הידע ראוי להפעיל את עיקרון הזהירות המונעת בעת תכנון מתקנים: לדרוש תסקיר סביבתי סדור עבור כל מתקן תשתית ימי, לרבות בחינת חלופת האפס וחלופות מיקום, לנקוט את מרב המאמצים לרכז מתקנים לאזורים צמודי תשתיות כמו נמלים, מזחים ואסדות קיימות, ובמקרה של הקמת תשתית בעלת מופע עילי, למזער את הגובה שלו ואת התאורה שלו ככל הניתן. במקרה של תאורה לצורכי בטיחות שיט וטיס, מוצע להקפיד על אור מהבהב (בתדירות של כ-30 הבהובים לדקה) בגוון אדום, לצורך מזעור הפגיעה בציפורים [25, 43, 46].

1. מירוז א. 2013. חוות דעת אורניתולוגית למתקנים הימיים מול חופי ישראל. מוגש לרשות הטבע והגנים.
2. מירוז א, וין ג, לבינגר ז ואחרים. 2017. [הספר האדום של העופות בישראל](#). החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים.
3. מנהל התכנון. 2022. תמ"א 13 ג' למתקנים חדשניים בים התיכון. הוראות התכנית.
4. עמיר ד. 2022. חוות דעת תכנונית-מרחבית בנושא עצמים בולטים במרחב הימי והסיכון הכרוך בהצעה לתרנים במסגרת תמ"א 13 ג'. הוגש למנהל התכנון.
5. Able K and Able M. 1990. [Calibration of the magnetic compass of a migratory bird by celestial rotation](#). *Nature* **347**: 378–380
6. Alfiya H. 1995. Surveillance radar data on nocturnal bird migration over Israel, 1989–1993. *Israel Journal of Zoology* **41**: 517–522
7. Avery ML. 1979. Review of avian mortality due to collisions with manmade structures. *Bird Control Seminars Proceedings* **2**
8. Bruderer B and Liechti F. 1995. Variation in density and height distribution of nocturnal migration in the south of Israel. *Israel Journal of Zoology* **41**: 477–487
9. Bruderer B and Liechti F. 1999. Bird migration across the Mediterranean. In: Adams NJ and Slotow RH (Eds). Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress. Johannesburg: Birdlife South Africa. pp. 1983–1999
10. Bruderer B, Peter D, and Steuri T. 1999. Behaviour of migrating birds exposed to X-band radar and a bright light beam. *Journal of Experimental Biology* **202**: 1015–1022
11. Cabrera-Cruz SA, Smolinsky JA, and Buler JJ. 2018. [Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world](#). *Scientific Reports* **8**: 3261
12. Day RH, Rose JR, Prichard AK, and Streever B. 2015. Effects of gas flaring on the behavior of night-migrating birds at an artificial oil Production island, Arctic Alaska. *Arctic* **86**(3): 367–379
13. Dias MP, Romero J, Granadeiro JP, et al. 2016. [Distribution and at-sea activity of a nocturnal seabird, the Bulwer's petrel *Bulweria bulwerii*, during the incubation period](#). *Deep Sea Research (I)* **113**: 49–56
14. Dias MP, Martin R, Pearmain EJ, et al. 2019. [Threats to seabirds: A global assessment](#). *Biological Conservation* **237**: 525–537
15. Dierschke V, Furness RW, and Garthe S. 2016. [Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction](#). *Biological Conservation* **202**: 59–68
16. Eason P, Rabia B, and Attum O. 2016. [Hunting of migratory birds in North Sinai, Egypt](#). *Bird Conservation International* **26**: 39–51
17. Engels S, Schneider NL, Lefeldt N, et al. 2014. [Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird](#). *Nature* **509**: 353–356
18. Exo KM, Hüppop O, and Garthe S. 2003. Birds and offshore wind farms: A hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bulletin* **100**: 50–53
19. Evans AJ, Firth LB, Hawkins SJ, et al. 2019. From ocean sprawl to blue-green infrastructure – A UK perspective on an issue of global significance. *Environmental*

- .Science and Policy* **91**: 60–69
- Fox AD and Petersen IK. 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk .Ornitologisk Forenings Tidsskrift* **113**: 86–101 .20
- Gaskin CP, Ross JR, Robinson R and Friesen MR. 2016. Diving and foraging behaviour of petrels and shearwaters – Initial trials. Report for the Conservation Services Programme, Marine Species and Threats Unit, Department of Conservation/Te Papa Atawhai – CSP INT2015-02, Northern New Zealand Seabird Trust .21
- Gauthreaux Jr SA and Belser CG. 2006. Effects of artificial night lighting on migrating birds. In: Rich C and Langcore T (Eds). *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press .22
- Gjerdrum C, Ronconi RA, Turner KL, and Hamer TE. 2021. [Bird strandings and bright lights at coastal and offshore industrial sites in Atlantic Canada](#). *Avian Conservation and Ecology* **16**(1): 22 .23
- Giunchi D, Vanni L, Baldaccini NE, et al. 2015. [New cue-conflict experiments suggest a leading role of visual cues in the migratory orientation of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*](#). *Journal of Ornithology* **156**: 113–121 .24
- Goller B, Blackwell BF, DeVault TL, et al. 2018. [Assessing bird avoidance of high-contrast lights using a choice test approach: Implications for reducing human-induced avian mortality](#). *PeerJ* **6**: e5404 .25
- Hartman JC, Krijgsveld KL, Poot MJM, Fijn RC, et al. 2012. Effects on birds of Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ) – An overview and integration of insights .(obtained (Report .26
- Hüppop O, Hüppop K, Dierschke J, and Hill R. 2016. Bird collisions at an offshore platform in the North Sea. *Bird Study* **63**(1): 73–82 .27
- Hüppop O, Dierschke J, Exo KM, et al. 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis* **148**: 90–109 .28
- Jenkins AR, Smallie JJ, and Diamond M. 2010. Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective. In: Atkinson P (Ed). *Bird Conservation International*. Cambridge (UK): Cambridge University Press .29
- Jensen AC, Collins KJ, Lockwood PM, et al. 1994. Colonization and fishery potential of a coal-ash artificial reef, Poole Bay, United Kingdom. *Bulletin of Marine Science* **55**: 1263–1276 .30
- Jongbloed RH. 2016. Flight Height of Seabirds. Report to Ministry of Economic Affairs, The Netherland .31
- Kaldelis JK and Kaspali M. 2013. Shifting towards offshore wind energy –Recent activity and future development. *Energy Policy* **53**: 136–148 .32
- Krüger T and Garthe S. 2001. Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. *Atlantic Seabirds* **3**: 203–216 .33
- La Sorte FA, Fink D, Buler JJ, et al. 2017. Seasonal associations with urban light pollution for nocturnally migrating bird populations. *Global Change Biology* **23**: 4609–4619 .34
- Martin GR. 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: A sensory .35

- .ecology approach. *Ibis* **153**: 239–254
- Martin GR. 2012. [Through birds' eyes: Insights into avian sensory ecology](#). *Journal of Ornithology* **153** (Suppl 1): S23–S48 .36
- Miles W, Money S, Luxmoore R and Furness RW. 2010. [Effects of artificial lights and moonlight on petrels at St Kilda](#). *Bird Study* **57**(2): 244–251 .37
- Mitkus M, Nevitt GA, Danielsen J, and Kelber A. 2016. [Vision on the high seas: Spatial resolution and optical sensitivity in two procellariiform seabirds with different foraging strategies](#). *Journal of Experimental Biology* **219**: 3329–3338 .38
- Montevocchi WA. 2006. Influences of artificial light on marine birds. In: Rich C and Langcore T (Eds). *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press .39
- Newton I. 2006. Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds? *Journal of Ornithology* **147**: 146–166 .40
- .Newton I. 2010. *Bird Migration*. Collins .41
- Newton I and Little B. 2009. [Assessment of wind-farm and other bird casualties from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period](#). *Bird Study* **56**(2): 158–167 .42
- Patterson JW. 2012. Evaluation of new obstruction lighting techniques to reduce avian fatalities. FAA .43
- Peschko V, Mendel B, Müller S, et al. 2020. Effects of offshore windfarms on seabird abundance: Strong effects in spring and in the breeding season. *Marine Environmental Research* **162**: 105157 .44
- Phalan B, Phillips RA, Silk JRD, et al. 2007. [Foraging behaviour of four albatross species by night and day](#). *Marine Ecology Progress Series* **340**: 271–286 .45
- Rebke M, Dierschke V, Weiner CN, et al. 2019. Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light: The influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions. *Biological Conservation* **233**: 220–227 .46
- Rodríguez A, Holmes ND, Ryan PG, et al. 2017. [Seabird mortality induced by land-based artificial lights](#). *Conservation Biology* **31**: 986–1001 .47
- Ronconi RA, Allard KA, and Taylor PD. 2015. [Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques](#). *Journal of Environmental Management* **147**: 34–45 .48
- Russel RW (Ed). 2005. Interactions between migrating birds and offshore oil and gas platforms in the Northern Gulf of Mexico – Final report. Coastal Marine Institute .49
- Schekler I, Smolinsky JA, Troupin D, et al. 2022. [Bird migration at the edge – Geographic and anthropogenic factors but not habitat properties drive season-specific spatial stopover distributions near wide ecological barriers](#). *Frontiers in Ecology and Evolution* **10**: 822220 .50
- Sillett TS and Holmes RT. 2002. Variation in survivorship of a migratory songbird throughout its annual cycle. *Journal of Animal Ecology* **71**: 296–308 .51
- .Shirihai H. 1996. *Birds of Israel*. Academic Press .52
- Vickery JA, Ewing SR, Smith KW, et al. 2014. The decline of Afro-Palaeartic migrants .53

.and an assessment of potential causes. *Ibis* **156**: 1–22

Wiese F, Montevecchi WA, Davoren GK, et al. 2001. Seabirds at risk around offshore .54
.oil platforms in North-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* **42**(12): 1285–1290

Zolotareva AD and Chernetsov NS. 2021. [Celestial orientation in birds](#). *Biology* .55
. *Bulletin*. **48**: 1503–1512

Zuckerbrot Y, Safriel UN, and Paz U. 1980. [Autumn migration of Quail *Coturnix*](#) .56
. *Coturnix at the north coast of the Sinai Peninsula*. *Ibis* **122**(1): 1–14

קריאה נוספת

מסמך סקירה מורחב ומפורט יותר ממאמר זה.

אופיר א. 2022. [ניתוח סיכונים לבעלי כנף ממתקנים ימיים](#). החברה להגנת הטבע.

מחקר על התנגשות ציפורים במתקנים ימיים בים הצפוני.

Hüppop O, Hüppop K, Dierschke J, and Hill R. 2016. [Bird collisions at an offshore platform in the North Sea](#). *Bird Study* **63**(1): 73–82.

נספחים (זמינים באתר)

נספח 1. הערכת
צפיפות הפרעות
מכלי שיט גדולים
עבור נודדי לילה
במרחב המים
הריבוניים של ישראל
(ים תיכון) – פירוט
שיטת הניתוח
והתוצאות

[להורדה](#)