



# סיכום עשור ראשון לניטור המגוון הביולוגי בישראל: תמונת מצב ואיומים מרכזיים

איתי רנן\* | נועם בן-משה | טליה גבאי | שירה גרוסברד | רון חן | איריס ירושלמי  
עידו ליבנה | אלה פסטרנק | אור קומאי | מיכל קורן | תומר קרני

המארג, התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב  
\* ittai.renan@hamaarag.org.il

## תקציר

של 17.2% במספר הפרטים בתשע שנים, יחד עם עלייה קיצונית במספר הפרטים של המין הפולש מיינה מצויה וירידה במספר העופות מלווי האדם ובמספר העופות מאפייני הבתה. ממצאי דו"ח מצב הטבע 2023 – כך המגוון הביולוגי מצביעים גם על הצלחות בשמירת הטבע בישראל, כמו עלייה במספר הפרטים של פרסתנים וירידה בנוכחות תנים בכרמל בעקבות ממשק, שיפור במדדי המגוון הביולוגי בחלק מנחלי מישור החוף, ועלייה במספר הקינונים של שני מיני צבי ים. ההצלחות האלה מדגישות כי תכנון מושכל והקצאת משאבים למטרות שמירת טבע מוגדרות עשויים להביא להישגים משמעותיים. האיומים המרכזיים הם ברובם תלויי מדיניות, וניתנים להפחתה ולצמצום באופן שיאפשר שגשוג של המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי בישראל.

המגוון הביולוגי, הכולל את כלל היצורים החיים ואת יחסי הגומלין ביניהם, מהווה בסיס למערכות אקולוגיות יציבות וחסינות. הגנה על המגוון הביולוגי בישראל היא אתגר משמעותי הנובע מאיומים גלובליים ומשילוב מאפיינים הייחודיים לארץ. בין האיומים המרכזיים על המגוון הביולוגי בארץ: אובדן בתי גידול, הגורם לפגיעה ישירה ועקיפה במגוון הביולוגי; קיטוע שטחים טבעיים, שנגרם מפיתוח תשתיות וממשקים חקלאיים, ופוגע בעיקר בקישוריות בין אוכלוסיות; מינים פולשים, הפוגעים במינים מקומיים; זיהום אור, המשבש תכונות פיזיולוגיות והתנהגותיות בצמחים ובבעלי חיים; שינוי האקלים, הגורם לשינויים בדגמי פעילויות עונתיים ובתפוצה ולריבוי אירועי קיצון ובהם שרפות. המאמר מציג תמונת מצב מעודכנת של איומים מרכזיים על המגוון הביולוגי בישראל ושל קבוצות מינים מייצגות. עיקר הנתונים מקורם בשני דו"חות מצב הטבע האחרונים בעריכת המארג – התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. ממצאי תוכנית הניטור היבשתי הלאומי, המסכמים עשור, מציגים מגמת עלייה בעוצמות גורמי האיום ודעיכה במצב המגוון הביולוגי. נמצא כי משבר המגוון הביולוגי, המתועד בכל העולם, מתרחש גם בישראל, וככל הנראה בקצב גבוה בהרבה בהשוואה לאירופה. ב-13 שנים נמצאו ירידה של 34% במספר הפרטים של פרפרי היום והסטה במועד שיא הפעילות שלהם. בקרב העופות המקננים זוהתה ירידה

### מילות מפתח

דו"ח מצב הטבע, המארג, יונקים, ירידה במספר הפרטים, מינים פולשים, עופות, פרפרים, שינוי האקלים

**מבוא****המגוון הביולוגי**

מגוון ביולוגי מוגדר כמכלול היצורים החיים, ומתייחס למבחר ולשוני שבין פרטים בתוך המין ובין מינים שונים, וליחסי הגומלין שביניהם וכן בינם לבין סביבתם. מקובל להתייחס לשלוש רמות של המגוון הביולוגי: א. המגוון הגנטי – השוני הגנטי בין פרטים מאותו מין; ב. מגוון המינים – כלל המינים השונים; ג. מגוון המערכות האקולוגיות. בין מרכיבי רמות המגוון השונות קיימים קשרים מורכבים היוצרים מארג סבוך של תלות והשפעה. שינוי במצבו של מרכיב אחד בלבד במערכת עשוי להוביל לשינויים במרכיבים נוספים, וכך לגרום לשרשרת תגובות רחבות היקף. המגוון הביולוגי חיוני לקיומו של האדם, כיוון שהוא מהווה בסיס למערכות אקולוגיות בריאות ויציבות המשפקות את שירותי המערכת האקולוגית. כלל תחומי החיים מושפעים ממצב המגוון הביולוגי, החל מאקלים ומקורות מים, דרך חקלאות ומזון, ועד לבריאות, כלכלה, תירות, תרבות ואיכות החיים (ספריאל, 2010; Cardinale et al., 2012). לדוגמה, יערות בעלי מגוון ביולוגי גבוה של מיני צמחים מקומיים מספקים מגוון רחב של שירותים לאדם ולסביבה, כדוגמת יסות אקלים מקומי, שיפור לחול מי גשמים והפחתת סחף קרקע, תמיכה במארג מזון מורכב, הכולל מאבקים, אויבים טבעיים של מזיקים, ומגוון מיני צמחים ופטטריות המהווים בסיס פוטנציאלי לפיתוח מוצרי מזון ותרופות. נוסף על כך, היער מספק מרחב לנופש ולפנאי ומעניק השראה וערכי תרבות (כהן-שחם וגרוסברד, 2021). העולם ניצב כיום בפני משבר שהשלכותיו על האדם רק מתחילות להתגלות – משבר המגוון הביולוגי – המתבטא בהצטמצמות אוכלוסיות ובהכחדות של מיני פטריות, צמחים ובעלי חיים. לפי הערכות, מאות מינים כבר נכחדו, ויותר ממיליון מינים נמצאים בסכנת הכחדה. קצב ההכחדות המתרחש על פני כדור הארץ במאה השנים האחרונות, מהיר ורחב בהרבה מתהליכי הכחדה טבעיים (IPBES, 2019). הגורמים המרכזיים המאיימים על מגוון המינים ועל המערכות האקולוגיות המקיימות אותם, הם אובדן, קיטוע והפרה של בתי גידול, התפשטות של מינים פולשים, זיהומים ושינוי האקלים. התהליכים האלה מובילים לשיבוש עמוק במערכות האקולוגיות שמקיימות את החיים על פני כדור הארץ, ומאיימים על כלל שירותי המערכת האקולוגית לאדם (Singh, 2002; Cowie et al., 2022).

**עמידות מערכות אקולוגיות**

בהשוואה למערכות אקולוגיות מופרות, מערכות בעלות מגוון ביולוגי מקומי גבוה ומורכב מציגות חוסן גבוה לגורמי איום חיצוניים כמו התפרצות מזיקים, מינים פולשים ושינוי האקלים. נוסף על כך, הן נוטות להשתקם בצורה מהירה

יחסית לאחר אירועי קיצון, כמו גלי חום קיצוניים, שרפות ושיטפונות רבי עוצמה (Ives and Carpenter, 2007; Isbell et al., 2015; Oliver et al., 2015).

מערכות אקולוגיות עשירות ומגוונות ממתנות התפרצות מזיקים הודות לטפילים ולטורפים, שמגבילים את אוכלוסיות המזיקים (Altieri et al., 1984; Holling, 2022). הדוגמה המובהקת היא רגישותם הגבוהה יחסית של גידולים חקלאיים ויערות חד-גידוליים להתפרצות מזיקים בהשוואה לשטחי חקלאות ויערות מגוונים (Koricheva et al., 2006; Jactel et al., 2017; Klapwijk and Björkman, 2018). במערכות אקולוגיות מופרות מינים פולשים מתבססים ומתפשטים במהירות גבוהה. תכונות 'פולשניות' כמו טווח עמידות רחב לתנאים סביבתיים וקצב גידול וריבוי מהירים, מהוות יתרון למינים פולשים בסביבה המופרת. לעומת זאת, במערכות טבעיות המאופיינות במגוון ביולוגי גבוה, סיכויי ההתבססות וקצב ההתפשטות של מינים פולשים מוגבל, בייחוד בשל יחסי הגומלין הביולוגיים המורכבים במערכת, ובפרט תחרות וטריפה (Simberloff et al., 2013). לשינוי האקלים טווח השפעה נרחב על מרכיבי המערכות האקולוגיות. עם זאת, הנישות האקולוגיות והתפקודים הרבים במערכות מגוונות מצמצמים את הסיכוי לפגיעה רחבה ומאפשרים התאוששות באמצעות פיצוי תפקודי של מרכיבי המערכת, למשל לאחר שרפות (Bernhardt and Leslie, 2013; Isbell et al., 2015; Aurelle et al., 2022). בשל החשיבות העצומה של השמירה על המגוון הביולוגי הגדיר האו"ם חזון מקיף לטיפול במשבר העולמי. מתווה התוכנית כולל 21 יעדים עד לשנת 2030, שמטרתם לעצור את התדרדרות המגוון הביולוגי בעולם עד שנת 2050 (UN Convention on Biological Diversity, 2021). לאחרונה אימצו גם האיחוד האירופי ומדינות נוספות תוכניות אסטרטגיות חדשות לשמירה על המגוון הביולוגי (רביב וטרקטנברוט, 2022; UN environment programme, 2022).

**אתגרי שמירת הטבע בישראל**

ישראל התברכה במגוון ביולוגי עשיר וייחודי, ואף נכללת במפת האזורים החשובים ביותר לשמירת המגוון הביולוגי העולמי (Biodiversity Hotspots) (Myers et al., 2000). עם זאת, המשבר לא פסח על ישראל, וייתכן שהוא אף מתקיים בה ביתר שאת. במאה השנים האחרונות נכחדו בישראל 24 מיני צמחים, 25 מיני חולייתנים ושני מיני פרפרים, לצד מספר לא ידוע של חרקים אחרים (גרוסברד ורנן, 2024). שילוב של תנאים ביוגאוגרפיים, דמוגרפיים, פוליטיים, מדיניים, ביטחוניים ואקלימיים מציב אתגר ייחודי ומורכב בשמירה על המגוון הביולוגי בישראל: שטחה הקטן של המדינה, יחד עם קצב גידול האוכלוסייה המהיר, מובילים לפיתוח ולבינוי נרחבים, הכוללים הכשרת

מצב הטבע בישראל, ושל קבוצות מייצגות של מיני צמחים ובעלי חיים ברחבי הארץ.

## שיטות

פרויקט הליבה שמוביל המארג הוא תוכנית הניטור הלאומית היבשתית של המגוון הביולוגי. מערך הניטור, שהחל ב-2012 וכולל תשע יחידות ניטור המייצגות מערכות אקולוגיות שונות בישראל, בוחן שינויים בהרכבי החברות ושינויים במצב האוכלוסיית של צומח, פרוקי רגליים, זוחלים, עופות ויונקים. במסגרת התוכנית נפרס מערך ניטור של כ-950 חלקות בקרבה ליישובים או לשטחים חקלאיים והרחק מהם. מדי מספר שנים מפרסם המארג את דו"ח מצב הטבע בדו"חות מוצגים ממצאי תוכנית הניטור הלאומית, ממצאי ספירות וסקרים שעורכת רט"ג, ונתוני מדע אזרחי הנאספים בהובלת התוכנית הלאומית לניטור פרפרים בישראל, לצד תמונת מצב של איומים מרכזיים המשפיעים על מצב הטבע בישראל. במאמר זה מוצגים ממצאים מדו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים (בן-משה ורנן, 2022) ומדו"ח מצב הטבע 2023 – כרך המגוון הביולוגי (גרסברד ורנן, 2024).

## ממצאים ודין

**מגמות באיומים מרכזיים על המגוון הביולוגי בישראל**  
אפיון האיומים המרכזיים על המגוון הביולוגי בישראל, כימות שלהם וניטור מתמשך שלהם מאפשרים קבלת החלטות מושכלת ומבוססת ידע באשר לניהול השטחים הפתוחים ולשם הגנה על המגוון הביולוגי.

**אובדן בתי גידול** – אובדן בתי גידול הוא אחד האיומים המרכזיים על המגוון הביולוגי ברמה העולמית והמקומית. הוא מתרחש כאשר יכולת השטח לתמוך בחלק מהמינים הנמצאים בו נפגעת באופן ישיר או בהשפעות עקיפות (Ceballos et al., 2015; Caro et al., 2022). המארג עוקב אחר התמרות בשימושי הקרקע באמצעות מיפוי התכסית בישראל בהתבסס על שכבות מידע גאוגרפי ממקורות שונים. אובדן השטחים הפתוחים בישראל מתרחש ברובו במרכז הארץ ובצפונה, ובעיקר לצורכי בנייה. אף ששך השטחים החקלאיים נמצא במגמת צמצום, עדיין מתבצעת המרת שטחים טבעיים לחקלאות, בייחוד ברמת הגולן, בחולות הנגב המערבי ובערבה. קצב אובדן השטחים הטבעיים והמיוערים בישראל עומד במוצע על כ-18 קמ"ר בשנה לצורכי פיתוח – שטח הדומה בגודלו לעיר חדרה. מתוכם, כ-8 קמ"ר מותמרים לבינוי וכ-5.5 קמ"ר לחקלאות.

שטחים לחקלאות, לתשתיות וליישובים חדשים. התהליכים האלה מצמצמים וקוטעים את בתי הגידול הטבעיים, ויוצרים השפעות שוליים משמעותיות על המערכות האקולוגיות שבשטחים הפתוחים (בן-משה ורנן, 2022). לצד זאת, ישראל מתאפיינת במגוון רחב של יחידות אקולוגיות שמצויים בהן מאספי מינים ייחודיים, הדורשים ממשקים מגוונים לצורך שימורם (רותם ושות', 2016). יתרה מכך, בשל מיקומה בין שלוש יבשות ישראל מהווה גבול תפוצה עולמי למינים רבים. אוכלוסיות בגבול תפוצה נוטות להיות רגישות במיוחד לשינויים סביבתיים (Vilà-Cabrera et al., 2019). נוסף על כך, ישראל חשופה במיוחד לחדירה ולהתבססות של מינים פולשים בשל ההסתמכות הרחבה על יבוא של מזון ומוצרים, פיקוח בלתי מספק בנמלים וריבוי שטחים מופרים המהווים אזורי התבססות והתפשטות למינים פולשים (מבקר המדינה, 2022; גרוסברד ורנן, 2024).

במישור הציבורי והמדיני, נושאי סביבה ושמירת טבע נמצאים בסדר עדיפויות נמוך, כוחות השוק מעודדים פיתוח על חשבון הסביבה, והאכיפה של חוקים סביבתיים חלשה (פרז, 2018; מבקר המדינה, 2023). האחריות הניהולית של צה"ל על שטחים נרחבים, יחד עם פעילויות בינוי, פיתוח תשתיות, אימונים צבאיים ופעילות שגרה וחירום, מובילים לפגיעות ישירות ועקיפות בשטחים טבעיים (אורן, 2012; בן-משה ושות', 2022; שטייניץ ושות', 2024) במקביל לאיומים השונים שהוזכרו, שינוי האקלים בישראל מתרחש בקצב מהיר ובאופן קיצוני יותר מאשר ברוב אזורי העולם, מה שצפוי להוביל להשפעות נרחבות על המגוון הביולוגי המקומי (קומאי ושות', 2022; Cramer et al., 2018; 2020; Shaltout, 2019; Pastor et al., 2020).

לנוכח שלל האתגרים בשמירה על המגוון הביולוגי שישראל מתמודדת איתו, נדרשים תכנון מוקפד, ניהול אינטנסיבי וממשקי שמירת טבע פעילים, בייחוד בשטחים הפתוחים. חשוב שהפעולות האלה יבוצעו בהסתמך על מידע מקיף ומתעדכן תדיר על מצב הטבע.

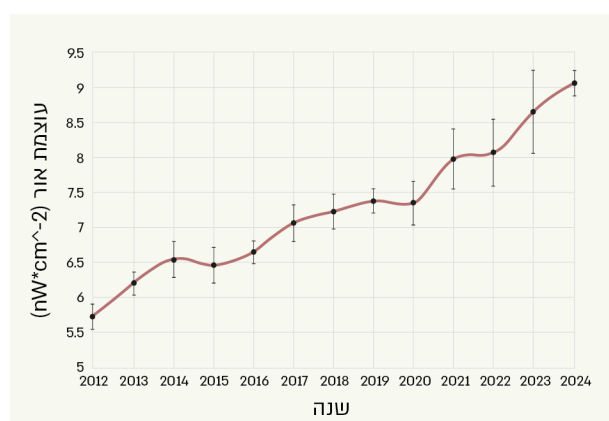
## התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע

המארג, התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, היא שותפות של המשרד להגנת הסביבה, קק"ל, רט"ג ומוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט – המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי, באוניברסיטת תל אביב (hamaarag.org.il). משימתו המרכזית של המארג היא לזהות מגמות, תהליכים ושינויים במגוון הביולוגי ובמערכות האקולוגיות בישראל לצורך תכנון וניהול בני-קיימא המתבססים על ידע מהשטח. הערכת מצב הטבע שעורך המארג מבוססת על שני אדנים מרכזיים: ניטור האיומים וניטור המגוון הביולוגי. הניטורים האלה כוללים מעקב מרחבי ועיתי ארוך טווח של גורמים ותהליכים מרכזיים הקשורים לפעילות האדם ומשפיעים על

הוא מוערך בעשרות רבות. חופי הכינרת נשלטים לחלוטין על ידי מיני רכיכות פולשות, ובים התיכון זהו כ-450 מינים פולשים מקבוצות שונות (גרוסברד ורנן, 2024).

**זיהום אור** – זיהום אור הוא תאורה מלאכותית המשבשת את הדפוסים הטבעיים של אור וחושך. לזיהום אור השפעות שליליות מגוונות על תפקוד המערכות האקולוגיות, עם השפעות שונות על מינים שונים: שיבוש מקצבים ביולוגיים, שיבוש התנהגות, פגיעה בהתמצאות במרחב ועוד (לבין ושות', 2017; Škvareninová et al., 2010; Hölker et al., 2010; Adams et al., 2019). המארג מנטר את השינויים בהיקף ובעוצמות של זיהום האור באמצעות כלי חישה מרחוק. מניתוח דימותי הלווין עולה כי בהתחשב בשטחה, ישראל נמנית עם המדינות המוארות ביותר בעולם: כ-92% משטחה חשוף להשפעות תאורת לילה מלאכותית, וכ-25% מהשטח סובל מזיהום אור גבוה. נמצא כי היקף השטח המזההם ועוצמות הזיהום נמצאים במגמת עלייה: בין השנים 2012–2020 עלה הממוצע הארצי של ערכי עוצמות האור ב-30% (איור 1). בתקופה זו עלתה עוצמת הזיהום בשמורות הטבע שבניהול רט"ג ב-21% וביערות בניהול קק"ל ב-31% (בן-משה ושות', 2022).

**שינוי האקלים** – השפעות שינוי האקלים על המגוון הביולוגי מתבטאות בעיקר בשינויים בתפוצת מינים, בדגמי פעילות, במאפיינים פיזיולוגיים, בשיבוש פנולוגי ובעלייה בתדירות ובעוצמות של אירועי קיצון אקלימיים (Stern and Kaufman, 2014; Malhi et al., 2020; Weiskopf et al., 2020). החלק המזרחי של אגן הים התיכון הוא שחוזה את שינוי האקלים באופן מהיר וקיצוני בהשוואה לרוב אזורי העולם. על פי נתוני השירות המטאורולוגי הישראלי,



איור 1

שינויים בעוצמת תאורת הלילה המלאכותית בישראל בין השנים 2002–2024 הנקודות מציינות ממוצע שנתי, וקווי השיגאה מציגים סטיית תקן.

נוסף על כך, כ-17 קמ"ר של שטחים חקלאיים מותמרים מדי שנה, 66% מהם לבינוי, והיתר בעיקר לשימושי תחבורה ולמתקנים סולריים. בחולות מישור החוף, יחידה אקולוגית הסובלת מתת-ייצוג במערך השטחים המוגנים בישראל, אובדן השטח הטבעי הוא הנרחב ביותר ביחס לגודל השטח (בן-משה ושות', 2022).

**קיטוע** – קיטוע בתי גידול עקב פיתוח, בינוי או חקלאות גורם לניתוק בין אוכלוסיות, מצמצם את אזורי המחיה שלהן, ומגביר את השפעות השוליים על ה'איים' שנתרו. ככל שהכתם קטן וצר יותר, כך השפעות השוליים עליו גוברות (Ewers et al., 2007). אוכלוסיות המתקיימות בשטחים מצומצמים, ברמת קישוריות נמוכה לאוכלוסיות אחרות ובחשיפה מוגברת להשפעות שוליים, הן רגישות במיוחד וסיכוייהן להיכחד גדלים (Boukal and Berc, 2002; Reed, 2004; Duncan and Blackburn, 2007).

המארג עוקב אחר שינויים ברמות הקיטוע של שטחים מיוערים וטבעיים באמצעות 'מדד הרציפות' שפותח במכון דש"א (דמותה של ארץ) (Levin et al., 2007). מדד זה מכמת את המרחק בין השטחים הפתוחים לגורמי הפרעה כמו כבישים, יישובים וכדומה. מניתוח המדד עולה כי מרכז הארץ וצפונה מאופיינים במדדי קיטוע גבוהים במיוחד בשל ריבוי יישובים, כבישים ותשתיות: 83% מהשטח נמצאים במרחק קטן מקילומטר אל הכביש הקרוב ביותר. לעומת זאת, מדרום לבאר שבע רק 29% מהשטח נמצאים במרחק הקטן מקילומטר אל הכביש הקרוב ביותר. בחבל הים תיכוני רצף השטחים הפתוחים והטבעיים הגבוה ביותר נמצא ברמת הגולן. בדרום הארץ הרצף נמצא באזור הנחלים הגדולים. חולות מישור החוף הם היחידה האקולוגית בעלת מדד הרציפות הנמוך ביותר מבין יחידות הניטור של המארג (בן-משה ושות', 2022).

**מינים פולשים** – מינים פולשים הם אורגניזמים שחרגו מתחום תפוצתם הטבעי עקב פעילות אדם, אוכלוסיותיהם התפשטו והתבססו בסביבה החדשה, והם גורמים בה נזק למגוון הביולוגי המקומי, למערכות הטבעיות או לאדם. מינים פולשים נחשבים לגורם המאיים ביותר על המגוון הביולוגי בשטחים מוגנים: בעוד שאיומים כמו פיתוח, קיטוע וזיהום נמצאים במידה מסוימת של שליטה בידי מנהלי השטח, האפשרות להגביל את התפשטותם של מינים פולשים לאחר התבססותם מצומצמת, והשפעתם על המגוון הביולוגי עצומה.

בישראל יש אלפי מינים זרים ובהם מאות מינים פולשים – כטריות, צמחים ובעלי חיים שהתבססו ביבשה, במקווי מים מתוקים ובים התיכון. כיום ידועים בישראל 61 מיני צמחים פולשים, ארבעה מיני זוחלים, תשעה מיני עופות ושני מיני יונקים. מספר מיני פרוקי הרגליים הפולשים אינו ידוע, אולם

### מגמות במגוון הביולוגי בישראל

ניטור מתמשך של שינויים במדדי מגוון בקבוצות מרכזיות של צמחים ובעלי חיים מאפשר זיהוי מגמות ומהווה בסיס מדעי לגיבוש תוכניות ממשק וניהול מבוססי ידע.

**צומח** – ניטור מצב הצומח חיוני לזיהוי שינויים במערכות אקולוגיות. הצמחים, כיצרנים ראשוניים במערכות היבשתיות, מהווים את הבסיס למארג המזון. מעבר לכך, הצמחים משפיעים על הרכב הקרקע ועל תפקודה, תורמים למחזורי המים והנוטריינטים, ומשמשים בית גידול למגוון עצום של בעלי חיים. בישראל כ-2,700 מיני צמחי בר (Ben-Natan et al., 2024), מתוכם 15% (405 מינים) נמצאים בסכנת הכחדה, ובהם 64 מינים בסכנת הכחדה חמורה (רשות הטבע והגנים, 2022). עיקר ניטור הצומח נערך במארג בקנה מידה ארצי באמצעות מדד הצומח (Normalized NDVI) (Difference Vegetation Index), בהתבסס על דימותי לוויין. מניתוח המדד עולה כי בארבעת העשורים האחרונים (1984–2022) חלה עלייה של 36% בצומח מעוצה בכל החבל הים תיכוני של ישראל. משמעות עליית המדד היא בעיקר התפשטות והצטופפות של הצומח בתקופה זו. הצטופפות הצומח מוסברת בצמצום משמעותי של רעייה, כריתה ובירוא, שמזה אלפי שנים דיכאו את יכולת התפתחות הצומח (גרוסברד ורנן, 2024). הצטופפות החורש מדגישה את הצורך בניהול ובממשק אקטיביים, שכן הצטופפות יתר צפויה להוביל לעלייה בעצמת השרפות ולצמצום המגוון הביולוגי עקב הומוגניות של השטח וחסרון של 'קרחות יער' – בתי גידול שכמות האור בהם גדולה יחסית, והם מקיימים מיני חי וצומח רבים (פרבולוצקי, 2013). דילול יערות וחורשים באמצעות רעייה, גיזום או כריתה נעשה כיום בעיקר כחלק מממשק למניעת שרפות. תוכניות נרחבות ליצירת שטחי חיץ ביערות ובחורשים הן הזדמנות להעשרת המגוון הביולוגי בהם.

בתקופה 1984–2022 (מאז השנה הראשונה שניתן להפיק עבודה דימותי לוויין המתאימים לניתוח מסוג זה) התרחשה בחולות מישור החוף עלייה של 68% במדד הצומח (NDVI) עקב התפשטות מהירה של צומח מקומי, ובייחוד של המינים הפולשים שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) וטיונית חולות (*Heterotheca subaxillaris*) (איור 3). למעשה, מכלל השטח שאינו בנוי או חקלאי כיום בחולות מישור החוף, נותרו בסך הכול כ-4% של שטחי דיונות פעילות, הכוללים גם את שטח החוף החולי. אובדן בית הגידול הייחודי של החולות הפעילים, גורם לאובדן חברות מיני הצומח והחי הפסמופיליים, בהם של מינים אנדמיים לחולות מישור החוף (גרוסברד ורנן, 2024).

**פרפרים** – פרפרי יום הם סמן ביולוגי מקובל להערכת מצבן של מערכות אקולוגיות ולשינויים סביבתיים. בישראל ישנם

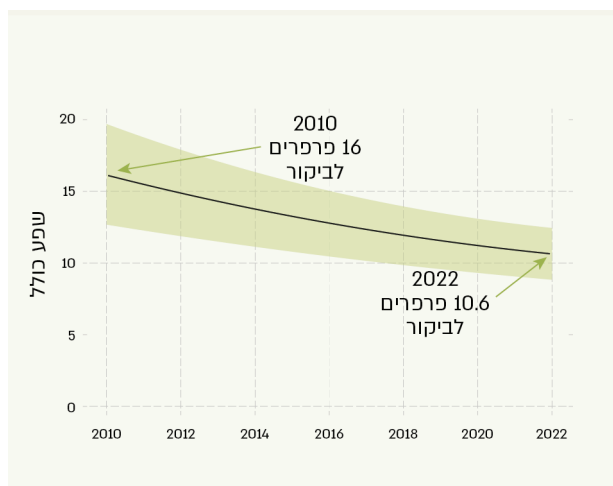
הטמפרטורה הממוצעת בישראל עלתה ב-1.4 מעלות ב-70 השנים האחרונות, וב-30 השנים האחרונות בקצב מהיר במיוחד של 0.55 מעלות בממוצע לעשור. התחזיות צופות המשך עלייה בעומסי החום בקיץ, ורצפים מתארכים של ימי שרב. נוסף על כך, צפויה עלייה ניכרת בתדירות ובעוצמה של אירועי הקיצון, בהן שרפות (יוסף ושות', 2019; יוסף ושות', 2024; Yosef et al., 2019).

**שרפות** – תקופות יובש ממושכות והצטברות צומח שזמין כחומר דלק, יוצרות תנאים אידיאליים להתפשטות מהירה של אש ולשרפות בעוצמה גבוהה. במקביל, הגידול במספר המבקרים בשטחים הפתוחים, ובייחוד ביערות, מעלה את הסיכויים לדלקה (לוי ושות', 2018). שרפות גורמות לפגיעה כמעט בכל רכיב במערכת האקולוגית, והשינויים בשטח שנכנע משרפה, ובייחוד מרצף שרפות חוזרות, עשויים להיות בלתי הפיכים (Malkinson et al., 2011). המארג מנטר את שטחי השרפות ואת תדירותן בישראל באמצעות כלי חישה מרחוק, ונמצא כי תדירות השרפות נמצאת במגמת עלייה. מניתוח דימותי הלוויין עולה כי גם גודל השטח שנשרף נמצא במגמת עלייה: בין השנים 2015–2021 נשרפו כ-500 קמ"ר, שהם כ-15% מהשטחים הטבעיים והמיוערים בישראל. כרבע משטח הבתה העשבונית בישראל נשרף לפחות פעם אחת במהלך תקופה זו של שבע שנים. כמו כן, נשרפו 15% משטח בתת בני-השיח, 9% משטחי היער המחטני הנטוע ו-3% משטחי החורש הים תיכוני (בן-משה ושות', 2022) (איור 2).



איור 2

אחוז השטחים שנשרפו לפחות פעם אחת לפי תצורות צומח בין השנים 2015–2021



איור 4

**שפע פרטים של הפרפרים בישראל בין השנים 2010–2022**  
 ירידה של 34% בשפע הפרטים הממוצע לביקור במסלולי הניטור (מודל GLMM,  $p < 0.001$ ). מתוך: גרוסברד ורנן, 2024.

שמלבד פרפרים ישנן קבוצות חרקים נוספות שנמצאות במגמת דעיכה, אולם קבוצת הפרפרים היא הקבוצה היחידה שנוטרה בישראל באופן שיטתי (איור 5). מהנתונים עלה ממצא משמעותי נוסף ומפתיע: זוהתה דחייה של 30 יום במועד השיא של שפע הפרפרים ביום (גרוסברד ורנן, 2024). הדחייה במועד שיא הפעילות בחדש שלם מעידה, ככל הנראה, על השפעות שינוי האקלים, עד כדי שינוי בדגמי הפעילות המחזורית השנתית. בעוד שעד לפני כעשור בלבד האביב בישראל היה העונה העשירה והשופעת ביותר בפרפרים, שיא הפעילות הוסט לתחילת הקיץ. ייתכן שחורפים שחונים וריבוי גלי חום פוגעים בצמחים הפונדקאים, ומגבילים את שפע הפרפרים באביב (גרוסברד ורנן, 2024).

**עופות** – קבוצת העופות היא כנראה קבוצת החולייתנים שנצבר עליה הידע הרב ביותר, וזאת בעיקר בזכות מספר רב של צפרים חובבים. זיהוי מגמות ארוכות טווח בקבוצה זו עשוי להיעד על מצב המערכות האקולוגיות. בישראל כ-550 מיני עופות, מהם 226 מינים מקננים בקביעות. 29% מתוכם (65 מינים) נמצאים בסכנת הכחדה, ובהם 21 מינים בסכנת הכחדה חמורה (מירוז ושות', 2017). מערך ניטור העופות של המארג מבוסס על ספירת עופות מקננים שהתבצעה אחת לשנתיים ביותר מ-300 חלקות בין השנים 2012–2021. ממצאי הניטור מתבססים על כ-37,000 פרטים מ-91 מינים. מנתוני הניטור עלו ממצאים דרמטיים: בתשע שנים בלבד חלה ירידה של 17.2% במספר הפרטים הכולל של העופות בישראל, (גרוסברד ורנן, 2024), קצב ירידה מהיר פי ארבעה בהשוואה לאירופה (Pan- Brlík et al., 2021; Uhl and Brühl, 2019; Hochkirch et al., 2023).



איור 3

**טינית החולות**  
 צילום: עודד כהן.

133 מיני פרפרי יום, מתוכם 38% (51 מינים) בסכנת הכחדה, ובהם 11 מינים בסכנת הכחדה חמורה (רנן ושות', טרם פורסם). הממצאים מתבססים על נתונים שנאספו במהלך 13 שנים (2010–2022) במסגרת 'התוכנית הלאומית לניטור פרפרים בישראל' שהיא תוכנית מדע אזרחי. מערך הניטור מבוסס על קהילת מנטרים מתנדבים הפוקדים פעם בשבועיים מסלול דגימה קבוע, סופרים ומגדירים את כל הפרפרים הנצפים. מניתוח הנתונים עלה כי בתקופת הניטור חלה ירידה של 34% במספר הפרטים של הפרפרים, וקצב הירידה עומד על 3.4% בשנה (איור 4). באזורים רבים בעולם נצפית ירידה במספר הפרפרים, בעיקר עקב שימוש מוגבר בחומרי הדברה בחקלאות (Braak et al., 2018; Uhl and Brühl, 2019; Hochkirch et al., 2023). עם זאת, בישראל קצב הירידה גבוה באופן משמעותי בהשוואה לאירופה (Zittis et al., 2022), ככל הנראה עקב שימוש נרחב יותר ופיקוח חסר על סוגי הרעלים, הכמויות ושיטות השימוש הנהוגות בידי החקלאים. בארץ היחס בין משקל חומרי ההדברה בשימוש למשקל התפוקה הצמחית גבוה עד פי עשרה בהשוואה למדינות אירופה. זאת ועוד, 113 חומרי הדברה פעילים, שמאושרים לשימוש בישראל, אסורים באירופה (מבקר המדינה, 2023). ניתן להעריך



ב



א



ד



ג



ו



ה

איור 5

פרפרים נבחרים בישראל

א. קיסרית הקטלב (*Charaxes jasius*); ב. כתמית מדברית (*Melitaea deserticola*); ג. סנוניתן הוורדיים (*Iphiclides podalirius*); ד. קרקשי הסנה (*Iolana alferii*); ה. רשתן העוזרר (*Aporia crataegi*); ו. כתום כנף המצילתיים (*Anthocharis cardamines*). צילום: משה לאודון.

(*cristata*) ומינים אחרים מאפייני בתה (גרוסברד ורנן, 2024). השועלים, התנים והחזירים הם מינים סתגלניים שיודעים לנצל מקורות מזון הקשורים לאדם. המינים האלה משוטטים בתחום רחב, וניזונים גם מטריפה ומחמיסה של קיני עופות קרקע. ייתכן שהעלייה במספר היונקים הסתגלניים ובמספר המינות מהווה חלק מההסבר לירידה במספר העופות הכללי. גורמי איום מרכזיים נוספים לעופות בישראל הם פיתוח יישובים ותשתיות, הרחבת שטחי חקלאות, הדברה חקלאית, טריפה על ידי חתולי בית וכגיעה בקווי מתח (גרוסברד ורנן, 2024).

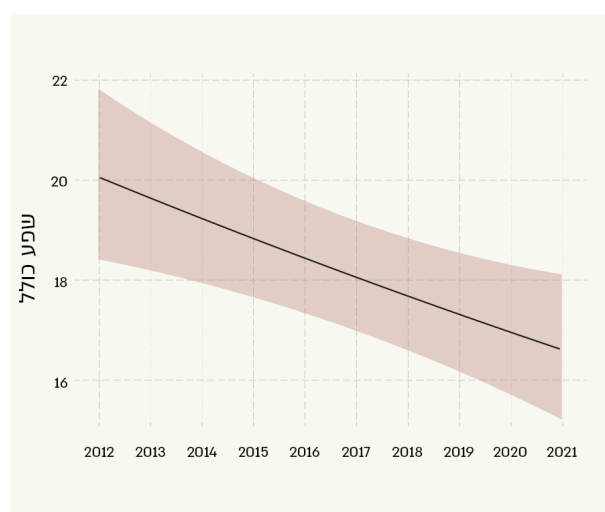
**יונקים** – יונקים רבים הם מיני דגל (בעלי חשיבות מבחינת תודעת הציבור) ולעיתים מיני מטרייה (מינים בעלי חשיבות לשמירת המערכת האקולוגית), וחלק מהם מהווים סמן ביולוגי לאיכות בתי הגידול בקנה מידה רחב בשל תחומי השוטטות והתפוצה הנרחבים שלהם. בישראל 98 מיני יונקים, מתוכם 62% (61 מינים) בסכנת הכחדה, בהם 15 מינים בסכנת הכחדה חמורה (שלמון, 2002). ניטור היונקים הבינוניים והגדולים של המארג נעשה באמצעות מצלמות שביל המוצבות למשך עשרה ימים, פעם בשנתיים, בכ- 90 חלקות קבועות ברחבי הארץ (מכרסמים ועטלפים אינם מנטרים במסגרת זו). הממצאים מבוססים על ניתוחי כ-3,000 תצפיות ב-14 מיני יונקים בינוניים וגדולים שנערכו בין השנים 2012–2022, ועל ניתוחים של סקרי שטח וספירות של רשות הטבע והגנים. מניתוח נתוני ניטור המארג עולה כי לא נמצא שינוי במספר הפרטים הכולל שנדגם במשך תקופת הניטור, אולם מינים שונים מציגים מגמות שונות. אחת המגמות המשמעותיות שזוהו היא עלייה במספר הפרטים של מיני כלביים ביחידות המדבריות: תן זהוב, זאב אפור (*Canis lupus*) ושועל מצוי (גרוסברד ורנן, 2024). המינים האלה הם מלווי אדם ומסוגלים לנצל באופן יעיל את המשאבים הנוצרים על ידו, כמו מים, מזון ומחסה. מגמת העלייה במספרם בנגב נובעת ככל הנראה מ'ההתפרצות' המאוחרת של המינים בדרום, בהשוואה לצפון הארץ. עשר שנות הניטור תיעדו ככל הנראה את שלב ההתפשטות והצטופפות האוכלוסיות בנגב, בעוד שבצפון הארץ התהליך כבר הושלם. ככל הנראה, שינויים באוכלוסיות בצפון נובעים בעיקר מדינמיקות בין מינים והשפעת ממשקים מקומיים (גרוסברד ורנן, 2024).

בסקרי רט"ג נמצאה עלייה במספר הפרטים בקרב הפרסתנים יעל נובי (*Capra nubiana*), צבי ישראלי (*Gazella gazella*), צבי הנגב (*Gazella dorcas*) וצבי השיטים (*Gazella arabica*) (איור 7).

העלייה מעידה על הצלחה בהגנה על המינים הגדולים בשטחים נרחבים, כנראה בזכות צמצום של תופעת הצייד, וייתכן שגם הודות לממשקי סניטציה באזורים מסוימים. עוד עולה מספירות רט"ג כי בין השנים 2002–2022 הצטמצם

(European Common Bird Monitoring Scheme, 2023 (איור 6). מספר הפרטים של מינים רבים נמצא בירידה, בהם גם מינים מלווי אדם, כמו ירגזי מצוי (*Parus major*), שחור הירידה החדה ביותר – 81.4% – נמצאה אצל התור המצוי (*Streptopelia turtur*). הגורמים לירידה הקיצונית של התור המצוי אינם ברורים, והיא מתרחשת בכלל אירופה מזה חמישה עשורים, שם הוא נחשב מאז שנות ה-90 למין בסכנת הכחדה (BirdLife International, 2019). בארץ נאסר ציד התור משנת 2020, ובעקבות ממצאי הדו"ח הוארך האיסור. רק מיני עופות מעטים הציגו עלייה במספר הפרטים ברמה הארצית לאורך תקופת הניטור, והבולט ביותר בהם הוא המין הפולש מיינה מצויה (*Acridotheres tristis*) עם עלייה של 585% (גרוסברד ורנן, 2024).

ייתכן ששני ממצאים מרכזיים מניטור המארג מספקים חלק מההסבר לירידה במספר העופות: א. עלייה דרמטית במספר הפרטים של המיינה, בד בבד עם ירידה במספר הפרטים במיני עופות מלווי אדם החיים לצידה, בעיקר ביישובים ובקרבתם. המיינה היא מין אגרסיבי הפוגע במיני עופות אחרים בטריפה, בחמיסת קינים ובתחרות על אתרי קינון ומזון (ברגר, 2017; Charter et al., 2016). ב. עלייה בשפע הפרטים של מיני היונקים המתפרצים שועל מצוי (*Vulpes vulpes*), תן זהוב (*Canis aureus*) וחזיר בר (*Sus scrofa*) בייחוד בקרבה ליישובים, ובעיקר בדרום הארץ. בו-בזמן זוהתה ירידה במספר הפרטים של מיני עופות מקנני קרקע בקרבה ליישובים, כדוגמת עפרוני מצויץ (*Galerida*)



איור 6

#### שינויים עיתיים בשפע הפרטים של העופות המקננים בישראל בין השנים 2012–2021

ירידה של 17.2% בשפע הפרטים הכולל בחלקת ניטור (מודל GLMM,  $p=0.003$ ). מתוך: גרוסברד ורנן, 2024.



מים ואוויר נקיים, מזון והגנה מפני אסונות טבע. נוסף על כך, הן תורמות לעמידות הסביבה בפני שינוי האקלים, מחלות ומזיקים (IPBES, 2019). משבר המגוון הביולוגי העולמי מתרחש גם בישראל, ומתבטא במיוחד בעלייה במספר המינים בסכנת הכחדה ובירידות חדות במספר הפרפרים והעופות.

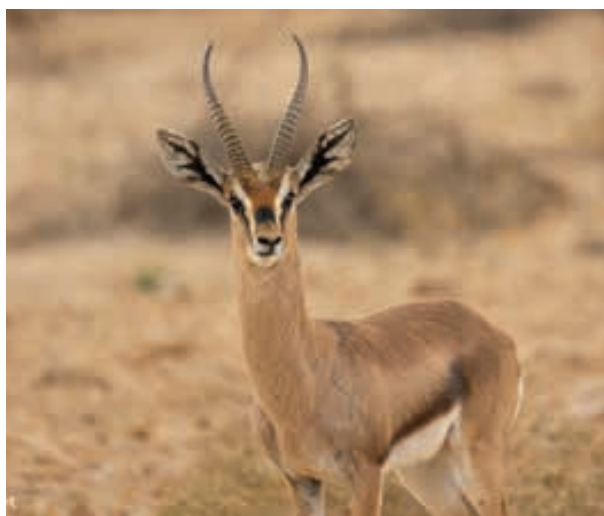
מניתוח של האיומים המרכזיים על המגוון הביולוגי בישראל עולה כי רבים מהם צפויים להתעצם. צמצום וקטוע של השטחים הפתוחים ובעקבותיהם הרחבת השפעות השוליים, שרפות, התפשטות מינים פולשים וההשפעות של שינוי האקלים צפויים להחריף. התגברות האיומים מציבה אתגר עצום בשמירה על המגוון הביולוגי בישראל. ועם זאת, מממצאי דו"חות מצב הטבע ניתן ללמוד גם על ההצלחות שנחלו מאמצי שמירת הטבע בישראל. באזור הכרמל בשטחי קק"ל ובשטחי רט"ג הוביל ממשק סניטציה – פינוי מסודר של פגרי חיות משק והטמנת פחי אשפה לשם צמצום זמינות המזון לטורפים – לירידה בנוכחות המינים המתפרצים באזור (דולב ושות', 2020). עלייה במספר הפרטים של הפרסתנים היא דוגמה מובהקת אחרת להצלחה בקנה מידה עולמי בהגנה על מינים שחלק מהם נכחדו בעבר מישראל (לידר ושות', 2022). דוגמאות נוספות הן השבת מים לנחלים בצפון הארץ ושיקום חלקי של נחלים במישור החוף, עלייה במספר הקינים של שני מיני צבי הים בחופי הים התיכון (לידר ושות', 2022) והתייצבות מצב שונית האלמוגים באילת (שקד וגנין, 2022, 2023). מאמץ שמירת טבע משמעותי נוסף הוא השינוי המהותי בממשק היערות המחטניים בעקבות אימוץ תורת ניהול היער החדשה, המעודדת החלפת יערות אורנים חד-מיניים בפסיפס נופי של מגוון תצורות צומח מקומי (אסם ושות', 2014).

## סיכום

הדוגמאות שהבאנו במאמר מראות שבאמצעות הפניית תשומת לב, משאבים כספיים וכוח אדם לטובת מטרות מוגדרות, ניתן להגיע להישגים משמעותיים בהגנה על המגוון הביולוגי בישראל. רוב גורמי האיום אינם בלתי נמנעים, אלא תוצאה ישירה או עקיפה של מדיניות ותכנון. זו בשורה חיובית, שכן עתידו של המגוון הביולוגי הייחודי של ישראל תלוי ביכולת של מקבלי ההחלטות להוביל שינויים בתהליכי התכנון, לצמצם את סיכויי ההתבססות של מינים פולשים ולהתמודד עם מינים שכבר פלשו, להפחית את זיהום האור, הרעש וההדברות החקלאיות, להקטין את השפעות הגורמים לשינוי האקלים ולהיערך אליו. קיומו של המגוון הביולוגי הוא צורך הטבוע בכל אדם, ולשם הגנה עליו תכנון מושכל, ממשק ושיקום הם מחויבי המציאות.

תחום התפוצה של הלוטרה (*Lutra lutra*) (איור 8) (לידר ושות', 2022). הלוטרה היא מין בסכנת הכחדה חמורה בישראל, והמגמה השלילית המתרחשת למרות מאמצי שמירה על מקורות המים והתאמת מעברי כביש, מעידה על עוצמתם של איומי הפיתוח ועל הקושי בשמירה על בתי הגידול הלחים ועל הקישוריות ביניהם.

**מבט כללי** – המגוון הביולוגי הוא בסיס הכרחי לקיומן של מערכות אקולוגיות יציבות ובריאות, החיוניות לרווחת האדם. המערכות האקולוגיות האלה מספקות שירותים חיוניים, כמו



איור 7

**צבי השיטים**  
צילום: ערן גיסים.



איור 8

**לוטרה**  
צילום: אלון רייכמן.

## מקורות

- אורן ע. 2012. התשתית והפריסה של צה"ל בנגב – השפעות סביבתיות. **אקולוגיה וסביבה**, 1(3), 54–60.
- אסם י, ברנד ד, טאבור, י, פרבולוצקי א וצורף ח. 2014. תורת ניהול היער בישראל: מדיניות והנחיות לתכנון ולמשק יער. ירושלים: **אגף הייעור ויחידת הפרסומים**, קשרי ציבור, קק"ל.
- בן-משה נ, חן ר, ליבנה ע, סלינגר ש וקורן מ. 2022. שימושי קרקע (תכנית) בישראל. בתוך: בן-משה נ ורנן א (עורכים). **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמ' 25–34.
- בן-משה נ, חן ר, ליבנה ע, קורן מ וקומאי א. 2022. רציפות וקטוע בשטחים הפתוחים בישראל. בתוך: בן-משה נ ורנן א (עורכים). **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמ' 82–73.
- בן-משה נ, ליבנה ע, גוק ע, קומאי א, סלינגר ש ורנן א. 2022. שרפות בשטחים הטבעיים והמיוערים בישראל. בתוך: בן-משה נ ורנן א (עורכים). **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמ' 58–49.
- בן-משה נ, ליבנה ע, סלינגר ש ורנן א. 2022. זיהום אור בישראל – היבטים אקולוגיים ומרחביים. בתוך: בן-משה נ ורנן א (עורכים). **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמ' 104–83.
- בן-משה נ ורנן א (עורכים). 2022. **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- ברגר א. 2017. הציפור שאוהבים לשנוא – המיניה המצויה כבר אחת משלנו. אתר הצפרות הישראלי, החברה להגנת הטבע. <https://tinyurl.com/y7htdkxz>
- גרוסברד ש ורנן א (עורכים). 2024. **דו"ח מצב הטבע 2023 – כרך המגוון הביולוגי**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- דולב ע, רוזנברג ב, כהן א ויידוב ש. 2020. השפעת פסולת שמשאירים מטיילים על חיות הבר בפארק הכרמל. **אקולוגיה וסביבה**, 1(4), 71–70.
- יוסף י, בהר"ד ע, אוזן א, אוסטינסקי-צדקי א, כרמונה י, חלפון נ ושות'. 2019. **שינוי האקלים בישראל – מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים**. דו"ח מחקר 4000-0804-2019-0000075. השירות המטאורולוגי הישראלי.
- יוסף י, צפורי א, אילוטוביץ א, כרמונה י, חלפון נ, אוזן ל ושות'. 2024. **ניתוח מגמות אקלימיות ואירועי קיצון בישראל לאורך המאה ה-21**. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2024-0000015. השירות המטאורולוגי הישראלי.
- כהן-שחם ע' וגרוסברד ש' (כתיבה ועריכה). 2021. **שירותי מערכות אקולוגיות בישראל – מבט על**. המארג – התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- לבין צ, אבישר א, ברנד-קליבנסקי ש, ברנד ע, הצופה א, יידוב ש ושות'. 2017. **זיהום אור וצמצומו. רקע מדעי, תמונת מצב ודרכי פעולה אפשריות**. סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.
- לוי ש, דיסני ד, שכטר מ ונאמן ג. 2018. הגורמים לשרפות ביערות ובחורשים בישראל ועלות כיוון. **אקולוגיה וסביבה**, 2(9), 48–42.
- לידר נ, ארזי י, גולדשטיין ח, דולב ע, הצופה א, יידוב ש ושות'. 2022. **מצב חיות הבר בישראל: אומדן גודל אוכלוסיות נבחרות של מיני חולייתנים והערכת מגמותיהן, דוח העשור**. דוחות שמירת טבע: רשות הטבע והגנים.
- מבקר המדינה. 2022. **מניעת נזקי מינים פולשים ושמירה על המגוון הביולוגי**. המשרד להגנת הסביבה.
- מבקר המדינה. 2023. **השימוש בחומרי הדברה בירקות ובפירות – ביקורת מעקב**. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- מירזא א, וין ג, לבינגר ז, שטייניץ ע, הצופה א, חביב א ושות'. 2017. **הספר האדום של העופות בישראל**. החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים. <https://redlist.parks.org.il/aves>
- ספריאל א (עורך). 2010. **תכנית לאומית למגוון ביולוגי בישראל**. אשכול מדיניות ותכנון אגף שטחים פתוחים ומגוון ביולוגי, המשרד להגנת הסביבה.
- פרבולוצקי א. 2013. **משק ושימור האקוסיסטמה היס תיכונית: רמת הנדיב כמשל**. זכרון יעקב: רמת הנדיב.
- פרז א. 2018. אכיפה מנהלית ודה-רגולציה – נסיגת ערכי הקיימות מהמדיניות הסביבתית העכשווית של מדינת ישראל. **אקולוגיה וסביבה**, 2(9), 49–51.
- קומאי א, בן-משה נ ורנן א. 2022. שינוי האקלים והשפעתו על המגוון הביולוגי. בתוך: בן-משה נ ורנן א (עורכים). **דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- רביב ת וטרכטנברוט א. 2022. רגע היסטורי בתולדות אמנת המגוון הביולוגי – אושרה תוכנית אסטרטגית גלובלית חדשה ושאפתנית. **אקולוגיה וסביבה**, 1(4), 13–4.
- רום ד, וייל ג, וולצ'אק מ ואמיר ש. 2016. מידת ייצוגן של יחידות אקולוגיות טבעיות בשטחים המוגנים בישראל. **אקולוגיה וסביבה**, 1(1), 16–23.
- רנן א, קומאי א, שגב א ובן-צבי ג (טרם פורסם). **הספר האדום של פרפרי היום בישראל**. רשות הטבע והגנים, קרן קימת לישראל, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.
- רשות הטבע והגנים. 2022. פורטל הערכות הסיכון לטבע בישראל – צמחים בסכנת הכחדה. <https://redlist.parks.org.il/plants/>
- שטייניץ ע, אלבז ש ומסלטי א. 2024. מיפוי ראשוני של השפעות מלחמת שבעה באוקטובר על הטבע בנגב המערבי. **אקולוגיה וסביבה**, 1(1), 15.
- שלמון ב. 2002. מחלקת היונקים. בתוך: דולב ע, פרבולוצקי א (עורכים). **הספר האדום של החולייתנים בישראל**. רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע.
- שקד י וגנין א. 2022. **התוכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת – דו"ח מדעי לשנת 2021**. המכון הבין-אוניברסיטאי למדעי הים באילת.
- שקד י וגנין א. 2023. **התוכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת – דו"ח מדעי לשנת 2022**. המכון הבין-אוניברסיטאי למדעי הים באילת.
- Adams CA, Blumenthal A, Fernandez-Juricic E, Bayne E, and St Clair CC. 2019. Effect of anthropogenic light on bird movement, habitat selection, and distribution: a systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 8(S1), 13.
- Altieri MA, Letourneau DK, and Risch SJ. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(2), 131–169.
- Aurette D, Thomas S, Albert C, Bally M, Bondeau A, Boudouresque CF, et al. 2022. Biodiversity, climate change, and adaptation in the Mediterranean. *Ecosphere*, 13(4), e3915.
- Ben-Natan D, Fragman-Sapir O, and Shemesh B. 2024. Contributions to the Flora Palaestina Region. *Flora Mediterranea*, 34, 73–94.
- Bernhardt JR and Leslie HM. 2013. Resilience to climate change in coastal marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 5(1), 371–392.
- BirdLife International. 2019. *Streptopelia turtur*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T22690419A154373407. [dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22690419A154373407.en](https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22690419A154373407.en).
- Boukal DS and Berec L. 2002. Single-species models of the Allee effect: Extinction boundaries, sex ratios and mate encounters. *Journal of Theoretical Biology*, 218(3), 375–394.
- Braak N, Neve R, Jones AK, Gibbs M, and Breuker CJ. 2018. The effects of insecticides on butterflies—A review. *Environmental Pollution*, 242, 507–518.
- Brlik V, Šilarová E, Škorpilová J, Alonso H, Anton M, Aunins A, et al. 2021. Long-term and large-scale multispecies dataset tracking population changes of common European breeding birds. *Scientific Data*, 8(1), 21.
- Cardinale BJ, Duffy JE, Gonzalez A, Hooper DU, Perrings C, Venail P, et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67.
- Caro T, Rowe Z, Berger J, Wholey P, and Dobson A. 2022. An inconvenient misconception: Climate change is not the principal driver of biodiversity loss. *Conservation Letters*, 15(3), e12868.

- Malkinson D, Wittenberg L, Beeri O, and Barzilai R. 2011. Effects of repeated fires on the structure, composition, and dynamics of Mediterranean maquis: Short-and long-term perspectives. *Ecosystems*, 14(3), 478–488.
- Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier CG, Da Fonseca GA, and Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
- Oliver TH, Heard MS, Isaac NJ, Roy DB, Procter D, Eigenbrod F, et al. 2015. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology and Evolution*, 30(11), 673–684.
- Pan-European Common Bird Monitoring Scheme. 2023. EBCC, BirdLife, RSPB, CSO. <https://pecbms.info/report-on-the-pan-european-common-bird-monitoring-scheme-february-2023/>
- Pastor F, Valiente JA, and Khodayar S. 2020. A warming Mediterranean: 38 years of increasing sea surface temperature. *Remote Sensing*, 12(17), 2687.
- Reed DH. 2004. Extinction risk in fragmented habitats. *Animal Conservation*, 7(2), 181–191.
- Shaltout M. 2019. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Red Sea. *Oceanologia*, 61(4), 484–504.
- Simberloff D, Martin JL, Genovesi P, Maris V, Wardle DA, Aronson J, et al. 2013. Impacts of biological invasions: What's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(1), 58–66.
- Singh JS. 2002. The biodiversity crisis: A multifaceted review. *Current Science*, 82(6), 638–647.
- Škvareninová J, Tuhárska M, Škvarenina J, Babálová D, Slobodníková L, Slobodník B, et al. 2017. Effects of light pollution on tree phenology in the urban environment. *Moravian Geographical Reports*, 25(4), 282–290.
- Stern DI and Kaufmann RK. 2014. Anthropogenic and natural causes of climate change. *Climatic Change*, 122, 257–269.
- Uhl P and Brühl CA. 2019. The impact of pesticides on flower-visiting insects: A review with regard to European risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(11), 2355–2370.
- UN Convention on Biological Diversity. 2021. First Draft of the Post-2020 Global Biodiversity Framework. In: Ainsworth D and Hedlund J (Eds). Open ended working group on the post-2020 global biodiversity framework. Third meeting. UN Convention on Biological Diversity (CBD) Secretariat.
- UN environment programme. 2022. COP15 Ends with Landmark Biodiversity Agreement. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/cop15-ends-landmark-biodiversity-agreement>
- Vilà-Cabrera A, Premoli AC, and Jump AS. 2019. Refining predictions of population decline at species' rear edges. *Global Change Biology*, 25(5), 1549–1960.
- Weiskopf SR, Rubenstein MA, Crozier LG, Gaichas S, Griffis R, Halofsky JE, et al. 2020. Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782.
- Yosef Y, Aguilar E, and Alpert P. 2019. Changes in extreme temperature and precipitation indices: Using an innovative daily homogenized database in Israel. *International Journal of Climatology*, 39(13), 5022–5045.
- Zittis G, Almazroui M, Alpert P, Ciais P, Cramer, W, Dahdal Y, et al. 2022. Climate change and weather extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East. *Reviews of Geophysics*, 60(3), e2021RG000762.
- Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, Garcia A, Pringle RM, and Palmer TM. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5), e1400253.
- Charter M, Izhaki I, Mocha YB, and Kark S. 2022. Nest-site competition between invasive and native cavity nesting birds and its implication for conservation. *Journal of Environmental Management*, 181, 129–134.
- Cowie RH, Bouchet P, and Fontaine B. 2022. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97(2), 640–663.
- Cramer W, Guiot J, Fader M, Garrabou J, Gattuso JP, Iglesias A, et al. 2018. Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11), 972–980.
- Duncan RP and Blackburn TM. 2007. Causes of extinction in island birds. *Animal Conservation*, 10(2), 149–150.
- Ewers RM, Thorpe S, and Didham RK. 2007. Synergistic interactions between edge and area effects in a heavily fragmented landscape. *Ecology*, 88(1), 96–106.
- Hochkirch A, Bilz M, Ferreira CC, Danielczak A, Allen D, Nieto A, et al. 2023. A multi-taxon analysis of European Red Lists reveals major threats to biodiversity. *PLoS One*, 18(11), e0293083.
- Hölker F, Wolter C, Perkin EK, and Tockner K. 2010. Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(12), 681–682.
- Holling CS. 2022. Resilience and stability of ecological systems. In: Burnside WR, Pulver S, Fiorella KJ, Avolio ML, and Alexander SM (Eds). *Foundations of Socio-Environmental Research*. Cambridge University Press. pp. 460–482.
- IPBES. 2019. IPBES: Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Diaz S, Settele J, Brondizio ES, Ngo HT, Guèze M, Agard J, et al. (Eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. pp. 56.
- Isbell F, Craven D, Connolly J, Loreau M, Schmid B, Beierkuhnlein C, et al. 2015. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526(7574), 574–577.
- Ives AR and Carpenter SR. 2007. Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317(5834), 58–62.
- Jactel H, Bauhus J, Boberg J, Bonal D, Castagneyrol B, Gardiner B, et al. 2017. Tree diversity drives forest stand resistance to natural disturbances. *Current Forestry Reports*, 3(3), 223–243.
- Klapwijk MJ and Björkman C. 2018. Mixed forests to mitigate risk of insect outbreaks. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(8), 772–780.
- Koricheva J, Vehviläinen H, Riihimäki J, Ruohomäki K, Kaitaniemi P, and Ranta H. 2006. Diversification of tree stands as a means to manage pests and diseases in boreal forests: myth or reality? *Canadian Journal of Forest Research*, 36(2), 24–36.
- Levin N, Lahav H, Ramon U, Heller A, Nizry G, Tsoar A, et al. 2007. Landscape continuity analysis: A new approach to conservation planning in Israel. *Landscape and Urban Planning*, 79(1), 53–64.
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, Solan M, Turner MG, Field CB, et al. 2020. Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190104.