

התמרת שטחים פתוחים והשפעת הפיתוח על חברת העופות בישראל – תובנות מדו"ח מצב הטבע ישראל 2018

June, 2020 ב 23

גיליון קיץ 2020 / כרך 11(2)

חזית המחקר

מיכל שורק

המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב

עידן שפירא

המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב

הילה שמון

המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב; Smithsonian Conservation Biology Institute, National Zoological Park

הראל דן

המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב

אירינה לוינסקי

המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע, מוזיאון הטבע על שם שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב

ציטוט

שורק מ, שפירא ע, שמון ה ואחרים. 2020. התמרת שטחים פתוחים והשפעת הפיתוח על חברת העופות בישראל – תובנות מדו"ח מצב הטבע ישראל 2018. אקולוגיה וסביבה 11(2). העתק

תקציר

מאמר זה בא לתאר שני ממצאים עיקריים הקשורים זה לזה: א. ממצאים מדו"ח מצב הטבע בישראל 2018, שפרסם 'המארג' – התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בישראל, המבוססים על תוצאות 'התוכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל'; ב. ניתוחים מרחביים שמבצע המארג. במסגרת הדו"ח נבחנו מגמות בהתמרה של שטחים פתוחים לשטחים בנויים בשנים 1998–2017, וההשפעה של פעילות אנושית על חברת העופות בשטחים הפתוחים בשנים 2013–2016, קרוב לפעילות אדם ורחוק ממנה. בין השנים 2013–2017 הותמרו כ-21 קמ"ר של שטחים פתוחים בממוצע לשנה – הנתון הגבוה ביותר ב-20 השנים האחרונות. נוסף על כך, נמצאו הבדלים משמעותיים בהרכב חברות העופות קרוב לפעילות אדם ורחוק ממנה: מחצית ממיני העופות היציבים נצפו גם קרוב לפעילות אדם וגם רחוק ממנה, בעוד מחציתם נצפו רק בחלקות הקרובות או רק בחלקות הרחוקות. מיני עופות מלווי אדם וכוללניים נצפו בעיקר קרוב לפעילות אדם. על פי התוצאות, אובדן השטחים הפתוחים והפיתוח האנושי משפיעים באופן ישיר על המגוון הביולוגי, ועל פי המגמות סביר כי תופעה זאת תלך ותגבר. ממצאים אלה מחזקים את הבנת חשיבות הצורך להטמיע התייחסות אקולוגית בתכנון תמהיל השטחים הפתוחים והבנויים בישראל.

על קצה המזלג

- קצב התמרת שטחים פתוחים לשטחים מבונים בשנים 2014–2017 (107 קמ"ר) הגיע לשיא של 20 השנים האחרונות.
- פיחות השטחים הפתוחים פוגע במצב הטבע, והדבר מודגם במאמר דרך התמקדות בהשפעת הפיתוח – אובדן בתי גידול והרחבת נוכחות האדם – על הרכב חברת העופות.
- הפגיעה במצב הטבע בישראל מחייבת ביצוע ניטור ארוך-טווח להבנת תהליכי השינוי הנערכים בו.
- ניטור ארוך-טווח הוא כלי חיוני למקבלי החלטות. בסיס הידע מצביע על כיווני פעילות אפשריים לשמירה על חיוניותו ועל קיומו העתידיים של הטבע בישראל.

על פי מדעי הטבע

האדם כלול בטבע

אם כלול האדם בטבע –

כלולים כל מעשיו.

מתוך: מה חדש במדע / מאיר אריאל

מכיוון שהמגוון הביולוגי נחשב לאבן היסוד של מערכות אקולוגיות בריאות ויציבות, שמירה עליו היא תנאי בסיסי והכרחי לכל פעולת ממשק של שמירת טבע [7]. לשם כך, יש צורך במידע אמין ורציף, שמקורו במחקרים מדעיים כמו גם בתוכניות לניטור אקולוגי. הגישות להערכת מצבן של מערכות אקולוגיות והמגוון הביולוגי המתקיים בהן יכולות לכלול מודלים להשפעות ישירות של פעילות אנושית [4], מודלים גלובליים המתייחסים למערכות אקולוגיות כחלק ממכלול שלם הכולל אקלים, כלכלה ואנרגיה [21], והערכות של תפקוד ודינמיקה של מערכות אקולוגיות ספציפיות בקנה מידה מקומי או אזורי [11, 22, 23].

ניטור אקולוגי מוגדר כפעולת הערכה של מדדים ביולוגיים בזמן ובמרחב במערכת האקולוגית שהם מתקיימים בה, ומבוסס על התובנה כי הידע הקיים לגבי הטבע ומרכיביו מוגבל וחסר. הואיל ובדרך כלל אין אפשרות לנטר כמות גדולה של מדדים, נעשה ניסיון לנטר את הממד שילמד בצורה הטובה ביותר על הרכיב או על התהליך הנבחן. אחד מהאתגרים הניצבים בפני תוכניות ניטור הוא הפצה והנגשה של המידע המתקבל מהן למקבלי ההחלטות. פרסום דו"חות מבוססי ניטור הוא אחת הדרכים המקובלות בעולם לתיווך המידע [1]. דו"ח מצב הטבע – ישראל 2018' סוקר את תמונת המצב של השטחים הפתוחים בישראל ומציג את סיכום שני מחזורי הניטור הראשונים של התוכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל וניתוחים מרחביים המתבססים על חומרים מ-1998, נוסף על נתונים מתוכניות ניטור וממקורות מחקרניים נוספים [3].

המאמר הנוכחי מציג בהיקף ארצי ניתוח של התמרות שטחים פתוחים לשטחים בנויים ובחינת השפעות אנושיות על חברת העופות, כדוגמה לאינדיקטור למצב המערכת האקולוגית.

שיטות

מיפוי כיסויי קרקע והתמרות

מיפוי כיסויי הקרקע נעשה על-ידי ניתוח של נתונים מרחביים ממספר רב של גורמים, בהם שכבות של המרכז למיפוי ישראל, תצלומי אוויר ודימוי לוויין, תוך שימוש בתוכנות מערכות מידע גאוגרפי (מ"מ"ג) (ArcGIS 10.4; QGIS 3) ובכלי ניתוח מרחבי (geoprocessing). מתוך מפת כיסויי הקרקע שהתקבלה חושבו השטחים של סוגי הכיסוי השונים – שטחים בנויים; שטחים פתוחים, הכוללים שטחים טבעיים ומיוערים ושטחים חקלאיים (חקלאות שאינה מבונה); שטחים מופרים (מחצבות, חוות סולאריות וכד'); גופי מים. מפות כיסויי הקרקע שימשו לצורך השוואה של קצבי ההתמרה משטחים פתוחים לשטחים בנויים.

יש לציין כי כל הנתונים עד שנת 2010 מתבססים על מיפוי וקטורי (תיחום על-ידי פוליגונים או קווים המייצגים שטח בקטגוריה מסוימת). משנת 2010 הנתונים מתבססים על מיפוי רסטרי (תמונה שערך כל פיקסל בה מייצג נתון קטגורי או כמותי). בשנת 2013 החל שימוש בשיטת חישוב חדשה: בשיטה הישנה החישוב נעשה לגבי קטגוריות 'בנוי', 'פתוח' וגופי מים; בשיטה החדשה נכנסו לחישוב קטגוריות כיסוי נוספות (שנכללו בשלוש הקטגוריות בשיטה הישנה, והפכו לקטגוריות נפרדות בשיטה החדשה), בעיקר שטח מופר (נכלל קודם גם בקטגורית השטח הבנוי וגם בקטגורית השטח הפתוח) וחקלאות (נכללה קודם בקטגורית השטח הפתוח). הניתוח כולל השוואה בין השיטות בשנה זאת. המעבר לשיטת החישוב החדשה מייצג את המציאות באופן מדויק יותר, והוא תוצאה של זמינות נתונים מרחביים שלא היו קיימים קודם לכן.



הקמת שכונת 'אור הים' על דיונות החול מדרום לאור עקיבא. המגוון הביולוגי נפגע בעיקר עקב אובדן שטחים פתוחים וקיטוע בתי גידול. אחוז השטחים הבנויים בישראל עומד על כ-11% מכלל השטח, לעומת הממוצע האירופי העומד על 4.4% בלבד | צילום: שחר בוקמן

ניטור עופות בקרבת פעילות אנושית

המארג מפעיל מאז שנת 2012 את התוכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל, הכוללת ניטור בתשע יחידות שמייצגות מערכות אקולוגיות/גאוגרפיות מרכזיות בארץ. כל יחידת ניטור מיוצגת על-ידי חלקות קבועות המנטרות במחזוריות של שנתיים. סך הכול מנטר המארג חמש קבוצות טקסונומיות – צומח, עופות, יונקים, זוחלים ופרוקי רגליים – ביותר מ-900 חלקות בשטחים פתוחים. ניטור המדדים עונה על שאלות הקשורות לתהליכים או לאיומים ביחידות הניטור. השאלה המרכזית ברוב היחידות מתייחסת להשפעת פעילות אנושית – יישובים או חקלאות – על שטחים פתוחים הסמוכים להם, ובוחנת את המדדים המנטרים קרוב להם ורחוק מהם. אחד המדדים המרכזיים המנטרים בהקשר זה הוא חברת העופות.

דגימת עופות במסגרת תוכנית הניטור נעשתה בשיטת ספירת נקודה [20] – ספירת כל הפרטים מכל מין (לא כולל חולפים בתעופה) במשך עשר דקות ברדיוסים של 0-20 מטר, 20-100 מטר, 100-250 מטר ומעל ל-250 מטר מהנקודה, על-ידי צפר מומחה. בכל יחידת ניטור נבחרו חמישה אתרים המייצגים מוקדים של פעילות אנושית (יישוב או חקלאות, בהתאם ליחידת הניטור). הניטור נעשה בשתי קטגוריות מרחק: קרוב לפעילות אנושית (0-100 מטר) ורחוק ממנה (500-2,000 מטר), ומסביב לכל אתר נבחרו באקראי שלוש חלקות ניטור קרובות ושלוש חלקות ניטור רחוקות. בכל מחזור נדגמו 240 חלקות המסתכמות לסך הכול 480 חלקות.

ניתוח חברת העופות

ניתוח חברת העופות מתייחס רק לעופות יציבים ומקננים ואינו מתייחס למינים חולפים או לכאלה שאינם מקננים בישראל, וכולל נתונים משני מחזורי הניטור הכלולים בדו"ח מצב הטבע 2018 (2013-2016) ביחידות הניטור: 'הדרום הצחיח' סמוך לחקלאות מטעי תמרים, 'בתות בני שיח ובתות עשבוניות' סמוך לחקלאות מטעים נשירים, ו'חורש ים תיכוני', 'ספר המדבר' ו'הר הנגב' סמוך ליישובים. ההתייחסות אל ה'חורש הים תיכוני' היא לשלוש תת-יחידות – הגליל, הכרמל והרי יהודה. עבור כל יחידת ניטור חושבו אחוז המינים הייחודיים – מינים שהופיעו רק בקטגורית מרחק אחת, ואחוז המינים המשותפים – מינים שהופיעו בשתי קטגוריות המרחק. החישוב מוצג לחבלי הארץ הצפוני, המרכזי והדרומי. השונות בין הקבוצות חושבה בעזרת מבחן rank sum test Kruskal-Wallis. א-פרמטרי עקב אופי התפלגות הנתונים.

מיפוי כיסויי קרקע והתמרות

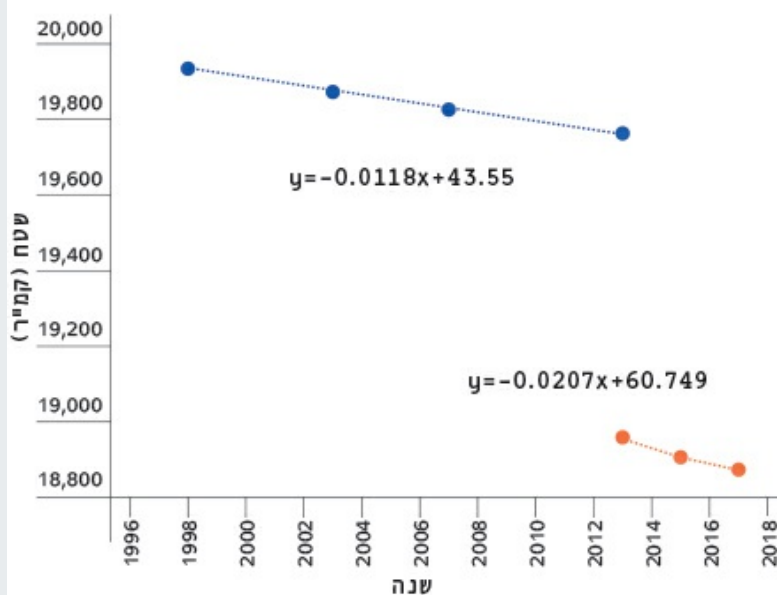
קצב ההתמרה של שטחים פתוחים לשטחים בנויים בין השנים 1998 ל-2003 עמד על כ-11.5 קמ"ר לשנה, בעוד שהקצב הממוצע בין השנים 2013-2017 עומד על כ-21 קמ"ר לשנה (איור 1). השטחים הבנויים צפונית לקו באר שבע תופסים כ-19% אחוזים מכלל השטח, בעוד שדרומה מקו באר שבע תופסים השטחים הבנויים כ-4% בלבד מכלל השטח (איור 2). ניתוח המבוסס על מחוזות של משרד הפנים, מראה כי במחוז תל אביב 78% שטחים בנויים ורק כ-21% שטחים פתוחים, ואילו במחוז דרום אחוז השטחים הבנויים עומד על כ-5% ואחוז השטחים הפתוחים על כ-91% (איור 2).

איור 1 היקף השטחים הפתוחים בין השנים 1998-2013 ובין השנים 2013-2017

בין שתי התקופות נעשה חישוב שונה עבור חישוב השטחים (1998-2013 - שיטה ישנה, 2013-2017 - שיטה חדשה).

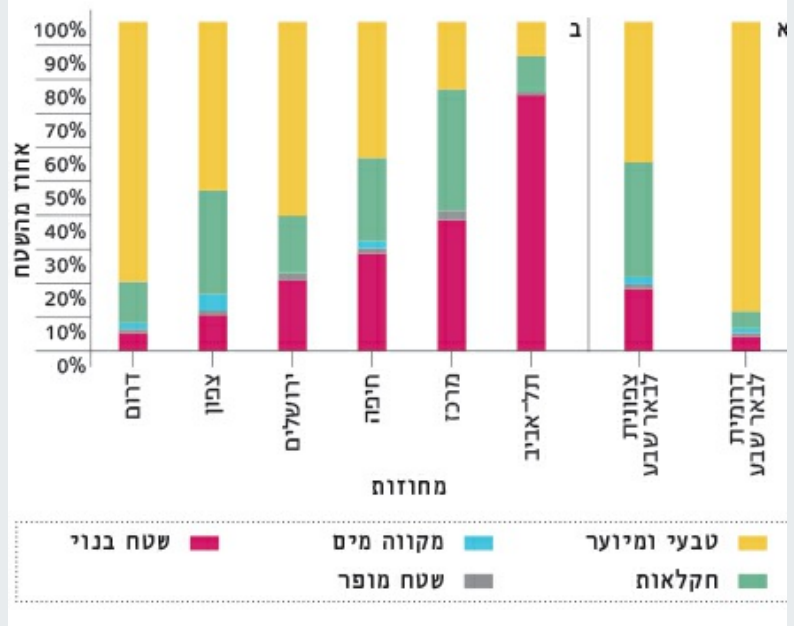
איור 1. היקף השטחים הפתוחים בין השנים 1998-2013 ובין השנים 2013-2017

בין שתי התקופות נעשה חישוב שונה עבור חישוב השטחים (1998-2013 - שיטה חדשה, 2013-2017 - שיטה חדשה).



איור 2 חלוקת שטחים לפי חמש קטגוריות עיקריות של תכנית דרומית וצפונית לקו באר שבע (א) ועל פי חלוקה למחוזות של משרד הפנים (ב)

איור 2. חלוקת שטחים לפי חמש קטגוריות עיקריות של תכנית רומית וצפונית לקו באר שבע (א) ועל פי חלוקה למחוזות של משרד זפנים (ב).



עופות

במהלך שני סבבי הניטור תועדו 170 מיני עופות, מתוכם 68 מינים יציבים. נמצאו הבדלים במיני העופות המשותפים (מינים שנצפו בשתי קטגוריות המרחק), ובאופן כללי מינים מלווי אדם, מינים מתפרצים או פולשים ומינים ים תיכוניים נצפו יותר בקרבת פעילות אנושית, בעוד מינים מקומיים ומתמחים נצפו יותר רחוק מפעילות אנושית (ראו טבלה מפורטת בנספח 1). בצפון הארץ נצפו יותר מינים משותפים (איור 3א) בהשוואה לדרום הארץ, שם נצפו יותר מינים ייחודיים (מינים שנצפו רק בקטגורית מרחק אחת) בחלקות רחוקות מפעילות אנושית (איור 3ב), ובהשוואה למרכז הארץ, שם נצפו יותר מינים ייחודיים בחלקות קרובות לפעילות אנושית (איור 3ג). בכל יחידות הניטור נמצאו הבדלים מובהקים בין אחוזי העופות הייחודיים והמשותפים (הופיעו בשתי קטגוריות מרחק) לחלקות קרובות למוקדי פעילות אנושית ורחוקות מהם (הדרום הצחיח: $\chi^2=8.759$ $p=0.012$; הר הנגב: $\chi^2=20.187$ $p<0.001$; ספר המדבר: $\chi^2=13.162$ $p<0.01$; חורש – הרי יהודה: $\chi^2=15.922$ $p<0.001$; חורש – הכרמל: $\chi^2=15.069$ $p<0.001$; חורש – הגליל: $\chi^2=9.287$ $p<0.01$; בתות: $\chi^2=16.917$ $p<0.001$).

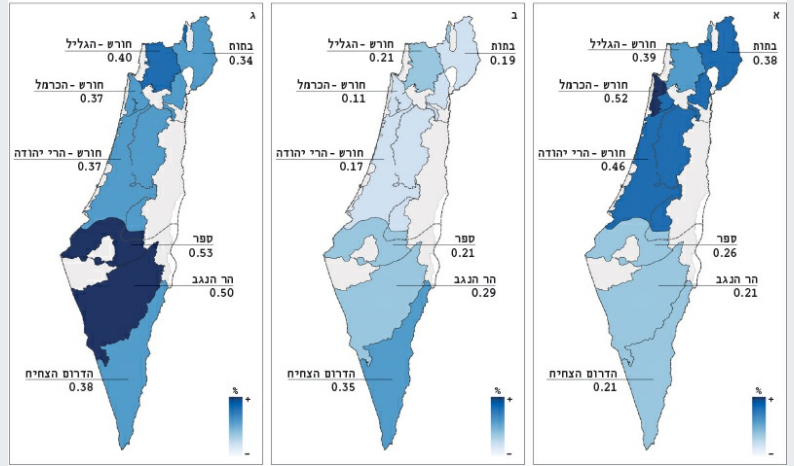
פרופורציית מינים משותפים, שנצפו גם בחלקות קרובות לפעילות אנושית וגם ברחוקות ממנה (א). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות רחוקות מפעילות אנושית (ב). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות קרובות לפעילות אנושית (ג). כחול כהה – פרופורציות גבוהות. כחול בהיר – פרופורציות נמוכות. לבן – אין נתונים/לא נכלל בניתוח הנוכחי.

איור 3

חברת העופות היציבים בחלקות קרובות (0–100 מטר) לפעילות אנושית (יישובים וחקלאות) ורחוקות (500–2,000 מטר) ממנה ביחידות ניטור של המארג

פרופורציית מינים משותפים, שנצפו גם בחלקות קרובות לפעילות אנושית וגם ברחוקות ממנה (א). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות רחוקות מפעילות אנושית (ב). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות קרובות לפעילות אנושית (ג). כחול כהה – פרופורציות גבוהות. כחול בהיר – פרופורציות נמוכות. לבן – אין נתונים/לא נכלל בניתוח הנוכחי.

איור 3. חברת העופות היציבים בחלקות קרובות (0-100 מטר) לפעילות אנושית (יישובים וחקלאות) ורחוקות (500-2,000 מטר) ממנה ביחידות ניטור של המארג פרופורציית מינים משותפים. שנצפו גם בחלקות קרובות לפעילות אנושית וגם ברחוקות ממנה (א). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות רחוקות מפעילות אנושית (ב). פרופורציית מינים ייחודיים שנצפו רק בחלקות קרובות לפעילות אנושית (ג). כחול כהה - פרופורציות גבוהות. כחול בהיר - פרופורציות נמוכות. לבן - אין נתונים/לא נכלל בניטוח הנוכחי.



דיון

אובדן שטחים פתוחים וקיטוע הם הגורמים הנחשבים כמשמעותיים ביותר בפגיעה במגוון הביולוגי [13,20]. 'דו"ח מצב הטבע העולמי', מדווח כי כ-75% מהשטחים היבשתיים וכ-66% מהשטחים הימיים בעולם עברו שינוי ומושפעים משמעותית מפעילות האדם [14]. בישראל קצב ההתמרה של שטחים פתוחים לבנויים נמצא במגמת עלייה בשנים האחרונות, ואחוז השטחים הבנויים בישראל עומד על כ-11% מכלל השטח (עם הבדלים גדולים באחוז היחסי של השטח הבנוי בין דרום הארץ ומרכזה ושונות גדולה בין המחוזות השונים של משרד הפנים) [3], לעומת הממוצע האירופי העומד על 4.4% בלבד [10]. ישראל אף מובילה, מבין המדינות החברות בארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD), בקצב ההתמרה של שטחים פתוחים בין השנים 1992-2017 [18]. במסגרת 'תוכנית אסטרטגית 2040' בהתאם להחלטת ממשלה [2] וכדי לספק את המענה הנדרש לצורכי הדור העתידיים של האוכלוסייה בישראל, קיימות תוכניות עתידיות הכוללות תכנון של 2.5 מיליון יחידות דור, מתוכן כ-1.5 מיליון לביצוע מיידי. לבנייה כזאת צפויות השלכות מרחיקות לכת על הקצב וההיקף של התמרת שטחים פתוחים, והשפעה ישירה על אובדן בתי גידול, על קיטוע ועל אפקט שוליים בשטחים הפתוחים הנותרים.

תוצאות ניטור העופות מראות כי פיתוח אנושי, חקלאי או בנוי, הוא גורם המשפיע על חברת העופות. בעוד שכמחצית ממיני העופות היציבים נצפו גם קרוב לגורם האנושי וגם רחוק ממנו (איור 3), מחציתם נצפתה רק בחלקות קרובות או רק בחלקות רחוקות. בדרום הארץ נצפו מינים מקומיים ומתמחים של בתי גידול מדבריים יותר בחלקות רחוקות, בעוד שמינים מלווי אדם, מינים ים תיכוניים, כוללניים, מתפרצים ופולשים נצפו יותר בחלקות קרובות. נראה כי ההבדל הקיצוני בין בית הגידול המקומי הטבעי הצחיח לבין בית הגידול המשופע במים ובצל במוקדי הפעילות האנושית שנבחרו בדרום הארץ, גורם לכך שמינים מקומיים מתקשים להתמודד עם בית הגידול החדש, ומינים מלווי אדם - עם זה הטבעי. נוסף על כך, ייתכן שנוצר יתרון תחרותי לכל קבוצה בבית הגידול המתאים לה יותר.

ההבדלים המתוארים לעיל מצטמצמים בצפון הארץ, שם הדמיון בין בית הגידול הטבעי ומוקדי פעילות אנושית גדול הרבה יותר לעומת דרום הארץ. יוצאות דופן בהיבט זה הן הבתות הצפוניות, שהן בית גידול שונה מאוד מסביבתו. כאן ניתן להסביר את ההבדלים הקטנים יחסית בפרופורציות המינים הייחודיים בכך ששטחי הבתה הנותרים בצפון הארץ קטנים יחסית ונמצאים באזורים עם פיתוח אנושי גבוה. ואכן, ניתן להבחין בחסרונם של מיני עופות בתה אופייניים, כגון סלעית קיץ (*Oenanthe hispanica*), עפרוני קצר-אצבעות (*Calandrella brachydactyla*), עפרוני ענק (*Melanocorypha calandra*), סבכי ערבות (*Sylvia conspicillata*) ואחרים, שכלל לא נצפו במהלך הניטור.

קשה לקבוע באיזה שלב נמצא תהליך השינוי של הרכב מיני העופות המוצג כאן. עם

זאת, נראה כי המערכת המורכבת של התמרת שטחים, שינויי תכסית ופעילות אנושית תמשיך להשפיע על עיצוב הרכב מיני העופות גם בעתיד, וכי מינים שכבר כיום נדחקים לשטחים טבעיים קטנים עלולים בהמשך הדרך להיעלם, אם צורכי הסביבה שלהם לא יתקיימו.

שינוי האקלים, פיתוח מואץ, טכנולוגיות חדשות להפקת אנרגיה ותהליכים נוספים משפיעים על המערכות האקולוגיות בעולם באופן חסר תקדים [5,6,15]. במסגרת זאת, התמרות שטחים פתוחים לטובת בנייה נמצאות בעלייה מתמדת [17], והשפעתן על הסביבה הטבעית באופן ישיר ועקיף – רבה. למרות המגבלות המובנות בנתוני ניטור (בעיקר העובדה כי הניטור, גם ברמת השטח וגם ברמת המיפוי, מתאר מצב נתון ואינו בוחן מנגנונים), הבדיקה ברמה הארצית והמגמות המובהקות מצביעות, לדעתנו, על השפעה אמיתית.

מצב זה מחייב את מוסדות התכנון, מקבלי ההחלטות וקובעי המדיניות, להתקדם אל עבר העתיד במידה של זהירות ואחריות בהתייחס לקיים ותוך התחשבות בדורות הבאים. אפחות (mitigation) מסוג זה עשויה להתאפשר על-ידי יצירה של תוכניות לתכנון בר-קיימא, כגון שמירה על רצף שטחים פתוחים, בנייה צמודת דופן ומיצוי השטח העירוני הקיים, התפשטות לאזורים בעלי ערכיות אקולוגית נמוכה יחסית והתייחסות לפרמטרים בשירותי המערכת האקולוגית. עניינים כבדי משקל אלה צריכים להיות מוסדרים ומוטמעים בתהליכי התכנון הסטטוטוריים בישראל, וכמובן ישנה חשיבות רבה להמשך הניטור והמעקב לקבלת תמונת מצב עדכנית ולזיהוי שינויים בזמן ובמרחב.

תודות

ד"ר אייל שוחט ויורם צביק מדוכיפת צפרות ואקולוגיה היו שותפים לתכנון ואחראים על ניטור העופות בשטח בעזרת צפרים רבים ועל כך נתונה להם תודתנו. אנו מודים לאלי חביב מהחברה להגנת הטבע על סיוע משמעותי בהגדרת קטגוריות אפיון של רשימת העופות שנצפו במסגרת הניטור.

מקורות

1. ברג נ, דרורי ר, דן ה, פרלברג א ושורק מ. 2015. דו"ח מצב הטבע 2015. ירושלים: המארג.
2. מנהל התכנון. 2019. תכנית אסטרטגית 2040.
3. שורק מ ושפירא ע (עורכים). 2018. דו"ח מצב הטבע 2018. תל אביב: המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בישראל, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל-אביב.
4. Bruckner M, Häyhä T, Giljum S, et al. 2019. Quantifying the global cropland footprint of the European Union's non-food bioeconomy. *Environmental Research Letters* 14(4): 045011.
5. Ceballos G, Erlich PR, Barnosky AD, et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1: e1400253.
6. Ceballos G, García A, and Ehrlich PR. 2010. The sixth extinction crisis: Loss of animal populations and species. *Journal of Cosmology* 8: 1821-1831.
7. Cleland EE. 2011. Biodiversity and ecosystem stability. *Nature Education Knowledge* 3(10): 14.

8. Daily GC. 1995. Restoring value to the world's degraded lands. *Science* 269(5222): 350-354.
 9. De Vos JM, Joppa LN, Gittleman JL, et al. 2014. Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation Biology* 29(2): 452-462.
 10. Eurostat – Statistics explained. Land cover, 2015.
 11. Figueroa-Rangel BL and Olvera-Vargas M. 2019. Long-term responses of mountain forests to environmental change in West-Central Mexico. *Regional Environmental Change* 19(2): 349-361.
 12. Hilton-Taylor C. 2002. IUCN Red List of threatened species.
 13. [13] IPBES. 2019. Global assessment on biodiversity and ecosystem services.
 14. Koh LP, Dunn RR, Sodhi NS, et al. 2004. Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science* 305(5690): 1632-1634.
 15. Lewis OT. 2005. Climate change, species-area curves and the extinction crisis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 361(1465): 163-171.
 16. Maxwell SL, Fuller RA, Brooks TM, and Watson JE. 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature News* 536(7615): 143.
 17. OECD. 2018. Monitoring land cover change.
 18. Pimm SL, Jenkins CN, Abell R, et al. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344(6187): 1246752.
 19. Sutherland WJ, Newton I, and Green RE. 2004. Bird ecology and conservation – A handbook of techniques. Oxford and New York: Oxford University Press.
 20. Tollefson J. 2019. One million species face extinction. *Nature* 569: 171.
 21. Warren RF, Edwards NR, Babonneau F, et al. 2019. Producing policy-relevant science by enhancing robustness and model integration for the assessment of global environmental change. *Environmental Modelling and Software* 111: 248-258.
 22. Xia S, Liu Y, Yu X, and Fu B. 2018. Challenges in coupling LTER with environmental assessments: An insight from potential and reality of the Chinese ecological research network in servicing environment assessments. *Science of the Total Environment* 633: 1302-1313.
 23. Yamaguchi K, Li R, and Itsuno N. 2018. Ecosystem damage assessment of land transformation using species loss. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23(12): 2327-2338.
-

