

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

תנועת הביומסה האנושית עוקפת את כל חיות היבשה גם יחד

יובל רוזנברג¹, דומיניק וידנהופר², דוריס וירג², גבריאל בר-סלע¹, ליאור גרינשפון¹, בר הרנשטט¹, לואיס אקנג'י³, רוב פיליפס⁴, רון מילוא¹

yuval-r@campus.technion.ac.il

1. מכון ויצמן למדע
2. אוניברסיטת BOKU, וינה
3. מכון Hot or Cool, ברלין
4. המכון הטכנולוגי של קליפורניה (Caltech)

לווייתנים, עופות, ואפילו נמלים — בעלי החיים נעים בכל מקום וללא הרף באופן מעורר השתאות. הם עוברים קילומטרים מדי יום בחיפוש אחר מזון או בני זוג ואף חוצים יבשות וימים שלמים בנדודים. כשהם נעים, הם גם מעצבים מערכות אקולוגיות: מסיעים חומרי הזנה מחלות וזרעים, מהנדסים את הסביבה הפיזית, ומשנים את מארג המזון. אך איך התנועה האדירה הזו משתווה לזו של בני האדם? במחקר זה כימתנו את תנועת הביומסה של כלל בעלי החיים בטבע, והשווינו אותה לתנועת הביומסה האנושית. אספנו מידע ממאות מחקרים מגוונים שעוקבים אחר תנועת בעלי חיים והביומסה שלהם, ושילבנו אותם באמצעות מודלים מתמטיים ואקולוגיים. את תנועת האנשים כימתנו מאיכוני טלפונים, נתוני תחבורה ממשלתיים, מדי הליכה ועוד. מצאנו כי תנועת הביומסה המשולבת של כלל עופות הבר, פרוקי-הרגליים היבשתיים ויונקי הבר היבשתיים היא כשישית בלבד מתנועת הביומסה של בני אדם בהליכה, וקטנה פי 40 מסך תנועת הביומסה של האנושות, הכוללת תנועה בעזרת כלי תחבורה. בעלי החיים הימיים עדיין מחזיקים במרבית תנועת הביומסה בעולם, אך מצאנו שהיא פחתה בכמחצית מאז 1850 בעקבות דיג יתר וציד לווייתנים מסחרי. באותו הזמן תנועת הביומסה האנושית גדלה פי 40. מחקר זה מדגיש את חשיבותם של בעלי החיים הגדולים, ואת הדומיננטיות של התנועה היומיומית, שאינה חלק מנדידה. הוא מספק נקודת מבט כמותית עולמית על תנועת בעלי החיים בעידן האנתרופוקן, ומתקן תפיסות שגויות באשר להיקף הפעילות האנושית לעומת זו של עולם החי.

המחקר עוזר למדענים, אנשי סביבה, מקבלי החלטות ולציבור הרחב לפתח תפיסת עולם נכונה של המציאות הסביבתית בעידן האדם. הוא מהווה השוואה ישירה וייחודית בין פעילות האדם לפעילות בעלי החיים, ומאפשר למדענים לפתח מודלים אקולוגיים להבנה כמותית של מגמות עולמיות וארוכות טווח.

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

אפליקציות חישה מרחוק ייעודיות לניטור הסביבה: הנגשת ידע מדעי לשימוש מעשי

עידו ליבנה¹

ido.livne@hamaarag.org.il

1. מארג

נתוני חישה מרחוק הופכים בשנים האחרונות לכלי עבודה מרכזי בניטור הסביבה, דבר שצפוי עוד להתעצם עם ההתפתחות המתמדת והמהירה של התחום. עם זאת, חוקרים ואחרים נמנעים לא פעם משימוש בחישה מרחוק בשל פערי ידע הן בתחום גישה לנתונים גולמיים והן בתחום עיבוד וניתוח הנתונים. המענים החלקיים הקיימים נותנים פתרונות אשר הינם לעתים כלליים מדי ולא מספקים מענה לשאלות ממוקדות. על-מנת לגשר על פערים אלו, יצרנו במארג מספר יישומים פשוטים לשימוש, אשר מנגישים תוצרי חישה מרחוק ללא צורך בידע מוקדם בתחום, יישומים שניתן ללמוד לעבוד איתם תוך זמן קצר, ואשר יכולים לשמש כל אדם, מהחוקרת הבכירה ועד האזרח הסקרן. היישומים שלנו מאפשרים קבלת מידע עדכני כמו גם היסטורי, על פי סימון של אזורי עניין או בחירה מתוך מאגר אזורי עניין קבוע (שמורות טבע, יערות קק"ל וכדומה). היישומים מאפשרים הורדה של נתונים נומריים או מרחביים ומשמשים כבר כיום ליצירה מהירה של שכבות מידע עבור המארג, כמו גם עבור כב"ה, קק"ל, הג"ס ואחרים. חלק מהיישומים הינם נושאים והמיפוי בהם הוא ארצי, למשל – מיפוי היסטורי ובכמעט-זמן-אמת של שטח המים במאגרים או בשטחים מוצפים, מיפוי אשר נעשה באמצעות חיישן רדאר (SAR), מיפוי ארצי של זמני שיא הצימוח בפרק זמן נתון (למשל – עונת משקעים בודדת) בכל נקודה במרחב או מיפוי של צומח פולש. יישומים אחרים מתמקדים בשטח נבחר מסוים, למשל – השריפה שהתרחשה בהרי יהודה באוגוסט 2021: היישום מאפשר התבוננות על מספר שכבות מידע קבועות ממקורות שונים, כגון חומרת השריפה, מפנים, שיפועים, סקרי קרקע ועוד, כמו גם שכבות מידע מחושבות ונתונים נומריים על מצב הצומח הנוכחי וההיסטורי, הן באופן מוחלט והן ביחס למצבו מיד לאחר השריפה או רגע לפניה. כל היישומים מבוססים על הממשק של Google Earth Engine (GEE). השילוב בין ידע בחישה מרחוק, הבנת הצרכים של משתמש הקצה, ממשק בניית האפליקציות של GEE ויכולות הבינה המלאכותית הנוכחיות, מאפשר לייצר יישומים שלא ניתן היה לייצר בעבר ובכך להנגיש מידע מעובד לפי דרישה למשתמשי הקצה.

נתוני חישה מרחוק הופכים בשנים האחרונות לכלי עבודה מרכזי בניטור הסביבה. כמות החיישנים וסוגיהם, תדירות הצילומים ואיכותם, כולן הולכות ועולות, עובדה הפותחת אפשרויות רבות לניטור חזרתי והדיה, ארוך טווח ובעל רציפות מרחבית, באופן שלא ניתן ליישם באמצעות ניטור קרקעי בלבד. עם זאת, קיימים פערים ניכרים בין האפשרויות הגלומות בחישה מרחוק לבין הנגישות של נתונים אלה לחוקרים. מטרת עבודה זו היא לגשר על פערים אלה ולהנגיש את המידע לבעלי העניין

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

הקשר בין ניטור חזותי מהיר למצב הביולוגי של נחלים

דפנה שפירא¹

daphnashapiro@gmail.com

1. אוניברסיטת תל אביב

ניטור אקולוגי בנחלים הוא חיוני לקבלת החלטות בניהול ובשיקום בתי גידול, אך העלות והמורכבות התפעולית מגבילות את יישומו בזמן ובמרחב. במחקר זה פיתחתי כלי ניטור מהיר המבוסס על סקר חזותי, המותאם לתנאי השטח והאקלים בישראל. ישראל שימשה מקרה בוחן ליישום השיטה בנחלים באקלים ים-תיכוני, במטרה לזהות אילו מדדים חזותיים משקפים בצורה הטובה ביותר את מצבם הביולוגי של נחלים. הסקר כלל ארבע קבוצות של מדדים: הידרו־מורפולוגיה, מצב הצומח בגדות, שימושי קרקע וסימנים נראים לעין של זיהום. אספתי נתונים באופן שיטתי ב־32 נחלים בארץ, כולל נחלי אכזב בנגב, נחלים אלוביאליים במישור החוף ונחלים איתנים בצפון. כדי לבחון את יכולת הסקר לשקף את מצב הנחל, השווייתי את הנתונים למדדים ביולוגיים קיימים, המתארים את רגישות חברות חסרי החוליות לזיהום ואת המגוון הטקסונומי שלהן. בחנתי את הקשרים בין המדדים החזותיים למדדי חסרי החוליות באמצעות שתי גישות של עצי החלטה: XGBoost ו Random Forest. בכל המודלים שנבדקו נמצאו המדדים ההידרולוגיים ומדדי הצומח בגדות כחשובים ביותר. שונות הזרימה הייתה המשתנה המרכזי הן לרגישות והן למגוון, והדגישה את תפקידו של משטר הזרימה בקביעת מבנה חברות חסרי החוליות, במיוחד בנחלים באקלים ים-תיכוני. גם מדדי הצומח בגדות, ובעיקר אחוז ההצללה, סוג הצמחייה ורציפותה, נבחרו באופן עקבי. בנוסף, צבע המים נמצא כמדד חשוב ברוב שיטות הניתוח, בעוד שמדדי שימושי קרקע הסבירו פחות מהשונות. רגישות חברות חסרי החוליות לזיהום והמגוון שלהן הגיבו למדדים שונים אך חופפים. הרגישות הייתה קשורה בעיקר לצבע המים ולצומח בגדות. צבע המים משקף תהליכים כימיים במים המשפיעים ישירות על מינים רגישים, בעוד שהצומח בגדות מפחית כניסת מזהמים ומספק הצללה, ומגן על מינים אלה. המגוון הושפע יותר משימושי קרקע וממדדי הפרעה. מגוון גבוה לבדו עלול להיות מורכב בעיקר ממינים סבילים. ממצאים אלו מראים ששילוב מדדי רגישות ומגוון חיוני להערכה מלאה של מצב הנחל. במחקר זה הראיתי כי סקר חזותי מהיר ומתוכנן היטב יכול לשמש בסיס לכלי ניטור פשוט ונגיש, התומך בקבלת החלטות לניהול ולשיקום נחלים, במיוחד באזורים דלי נתונים.

המחקר תורם להבנת הקשר בין מדדים חזותיים נגישים למצבם הביולוגי של נחלים, ומספק בסיס מדעי להרחבת כלי הניטור העומדים לרשות אנשי מקצוע. עבור הציבור הרחב, ממצאים אלה מהווים צעד נוסף לקידום נחלים בריאים, התומכים במערכות אקולוגיות מתפקדות ומשמשים מרחב טבעי לטיול ולנופש. יישום התוצאות עשוי לשפר תהליכי שיקום נחלים בישראל.

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

חידוש ועדכון רשימת צמחי ישראל ותכונותיהם

בר שמש¹, אורי פרגמן-ספיר², דר בן נתן¹, מימי רון-גלבוע¹

shemeshbar@tauex.tau.ac.il

1. אוניברסיטת תל אביב

2. הגן בוטני האוניברסיטאי, גבעת רם

רקע בישראל תועדו במהלך השנים מעל ל-2,600 מיני צמחי בה. אך הרשימה המקיפה האחרונה בה רוכזו שמות המינים ומאפיינים אקולוגיים נבחרים, פורסמה לפני מעל 25 שנה והתבססה על נתונים מלפני 30-40 שנה. בעשור האחרון חלה התקדמות משמעותית בידע הטקסונומי והאקולוגי לגבי הפלורה המקומית והרשימות הקיימות נמצאו כלא מעודכנות ולא מספקות. בפרויקט משותף שהובילו מכון דש"א והגן הבוטני האוניברסיטאי בגבעת רם, במימון רשות הטבע והגנים, עודכנה רשימת צמחי הבר של ישראל במלואה יחד עם מאפיינים אקולוגיים נבחרים – חלקם מופיעים בה לראשונה. מטרת - חידוש ועדכון רשימת צמחי הבר של ישראל. - חידוש ועדכון תכונות אקולוגיות נלוות לצמחי הבר של ישראל. - בניית מערכת מקוונת ניתנת לסנכרון עליה תורכב הרשימה. - הנגשת רשימת המינים ותכונותיהם לכלל המשתמשים. שיטות בסיס הנתונים עליו עודכנה רשימת הצמחים נבנה בתוך מערכת המידע של רשות הטבע והגנים, כך שהוא מכיל שלד טקסונומי לשמות המינים, שדות ייעודיים קטגוריאליים לתכונות האקולוגיות ושדות פתוחים למידע נוסף והערות. הנתונים עודכנו ע"י צוות של ארבעה בוטנאים מומחים בצמחיית הבר של ישראל, תוך שימוש במאגרי נתונים עולמיים, מקורות מידע מחקריים ומערכת התצפיות של רט"ג. בימים אלו אנו עובדים על הנגשת הרשימה דרך מערכת רט"ג. תוצאות עודכן מידע לכלל מיני הבר שתועדו בישראל. בין העדכונים המשמעותיים היו עדכון שמות מדעיים למאות מינים, הפרדת מינים שגדלים רק בירדן (שמופיעים הרשימות הקודמות), עדכון נתוני שכיחות – מהם עולה שכמחצית ממיני הבר מוגדרים כנדירים עם פחות מ-100 אתרים, עדכון אנדמיות, עדכון ופירוט משמעותי של בית-הגידול האופייני לכל מין, ועוד. דיון ומסקנות לאחר עשרות שנים - בעזרת מומחיות מהשטח ומידע רב שנאסף לאורך שנים של סקרי שטח, מחקרים ותוכניות ניטור, עודכנה וחודשה רשימת צמחי-ישראל. הרשימה החדשה נבנתה בפלטפורמה מקוונת הניתנת לעדכון ולסנכרון שוטף והיא מיועדת להיות פתוחה ונגישה לכלל המשתמשים. הרשימה מציעה מידע טקסונומי מעודכן, יחד עם מאפיינים אקולוגיים אשר יכולים לתרום ולשמש מחקרים, תכניות ניטור וסקרים אקולוגיים רבים.

רשימות מינים משמשות באופן תדיר כבסיס לסקרים, מחקרים ותוכניות ניטור. מטרת הרשימה לאפשר תיאור ותייעוד של מצאי המינים בשטח, הרכבם ונוכחות מינים אינדיקטורים או מינים בעלי עניין. רשימת מינים בה לכל מין מפורטות תכונות אקולוגיות רבות, מאפשרת ניתוח נתונים מושכל ומדויק יותר שתורם להסקת מסקנות אקולוגיות לצורך קביעת מדיניות וממשק שמירת טבע ולמחקר אקולוגי בסיסי. הפרויקט הנוכחי תרם בשלושה גורמים עיקריים: עדכון מידע, פירוט ודיוק והנגשה וסנכרון בין כלל המשתמשים.

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

ניטור פרויקט שיקום אקולוגי "מרפסת" במרחב נחל גדורה

מעין ציון¹, יצחק כהן², יעל זילברשטיין ברזידה²

maayan@kishon.org.il

1. אחר

2. החברה להגנת הטבע

רקע: נחל גדורה, יובל של הקישון, ניקז בעבר את ביצות הפוארה שמרביתן יובשו בשנות ה-30 לצורכי חקלאות. בעקבות סקר טבע ב-2023 שתיעד מגוון ביולוגי עשיר, הוקמה "מרפסת גדורה" על ידי תנועת "העירה" ועיריית קריית ביאליק – בריכה המשחזרת תנאי ביצה וניזונה ממי תהום גבוהים ונגר עילי. לאחר יצירת הבריכה, רשות נחל הקישון יחד עם יחידת הסקרים של החברה להגנת הטבע, ביצעו ניטור במרחב הפרויקט הסמוך לנחל גדורה. מטרת המחקר: לבחון את השפעת הקמת הבריכה ובית הגידול הלח החדש על המגוון הביולוגי בנחל ובסביבתו. שיטות: הניטור נערך בשנת 2025 בארבעה אזורים: הבריכה ופוט ההצפה, ערוץ הנחל, שדה הקנרסים ומגרש עשבונים. השיטות כללו מיפוי בוטני עונתי, ספירת עופות בנקודות תצפית, דיגום רשת לחסרי חוליות ודו-חיים, והצבת מצלמות שביל וגלאי עטלפים לתיעוד יונקים. תוצאות: צומח: אותו 143 מינים, מתוכם 8 נדירים או בסכנת הכחדה, כגון זמזומית ורבורג ודבשה הדורה. חיים במים: נמצאו 24 טקסונים של חסרי חוליות ודו-חיים, כולל ראשני אילנית מצויה וקרפדה ירוקה, המעידים על איכות מים גבוהה. עופות ויונקים: תועדו 34 מיני עופות ופעילות ענפה של תנים זהובים ו-3 מיני עטלפים. דיון ומסקנות: הקמת הבריכה הצליחה לשחזר חלק מבית הגידול ההיסטורי של בתי גידול לחים, והפכה למוקד של עושר ביולוגי ורבייה של דו-חיים. שדה הקנרסים נותר בית גידול יובשני בעל ערך גבוה. עם זאת, זוהתה חדירת מינים פולשים (כמו דשא קיקויה ולכיד הנחלים) המחייבת טיפול נקודתי. המלצות הדו"ח כוללות המשך ניטור אחת לשלוש שנים, השבת מיני צומח שנכחדו וצמצום זיהום האור באזור.

המחקר מוכיח כי שחזור בתי גידול לחים קדומים מעצים את המגוון הביולוגי ומתעד מינים בסכנת הכחדה. חשיבותו למדיניות ולתחום המחקר היא ביצירת מודל לשיקום מערכות אקולוגיות היסטוריות ככלי להתמודדות עם משבר האקלים. לציבור ולקהילה במרחב הוא תורם בחיזוק הזיקה לטבע עירוני ושמירתו. יישום המחקר במדיניות הארצית אפשרי דרך אימוץ שיטות ניטור, הדברת פולשים וצמצום זיהום אור בפרויקטים דומים בישראל.

ניטור אקולוגי בישראל: ממדע ליישום

היסודות לניטור ארוך טווח של המגוון הביולוגי של פרוקי-רגליים וצמחים בחבל הים תיכוני בישראל: ארבע שנות מחקר בשטח בלתי מופרע בנחל כזיב מצביעות על הבדלים ניכרים בין מדרונות הנחל, בין שנות הדיגום ובין עונות השנה

מאיר פינקל¹, אור קומאי¹, אפרת גביש-רגב², גלעד בן-צבי¹

finkel2010@gmail.com

1. אוניברסיטת תל אביב
2. האוניברסיטה העברית

בעשורים האחרונים מדענים ברחבי העולם מזהירים מפני משבר המגוון הביולוגי – ירידה מהירה במספר המינים המוכרים הנובעת מהכחדות. לאור משבר זה, מדענים מנטרים את הטבע במטרה לעקוב אחר קצב הירידה במספר המינים, ולהעריך את הגורמים לה. שונות במגוון הביולוגי יכולה לנבוע ממשתני סביבה טבעיים או מפעילות האדם. בכדי לבחון את השפעת האדם ומשתני הסביבה על המגוון הביולוגי, אמדנו את עושר המינים, ההרכב והשפע של צמחים, חיפושיות, נמלים ועכבישנים באתר המחקר קניון האבולוציה II (שאינו מופרע על ידי רעיה או קרבה לישובים) בחלק התחתון של שמורת טבע נחל כזיב (ליד עין חרדית). דגמנו צמחים חיפושיות ונמלים באותן שיטות (מלכודות קרקע ואיסופי רשת) בשתי תקופות מחקר: 1998-2000 ו-2019-2021, ועכבישנים נדגמו רק בתקופת המחקר השנייה. בכל תקופה, הדיגום התקיים ברציפות לאורך 24 חודשים בשלושה מיקרו בתי גידול: מפנה דרומי יובשני, מפנה צפוני לח, וערוץ הנחל. כך חקרנו את ההבדלים בין העונות ובין השנים. בסך הכל מצאנו 459 מיני חיפושיות, 349 מיני צמחים ו-47 מיני נמלים, שנבדלו מאוד בין מדרונות הקניון בשתי תקופות הדיגום. על אף שמינים רבים התחלפו בין תקופות הדיגום בכל הקבוצות, מוצאם הביוגיאוגרפי של מיני הצמחים והחיפושיות נותר דומה. נוסף על כך, המפנה הדרומי נותר עשיר יותר במיני צמחים, נמלים וחיפושיות מעופפות מהמפנה הצפוני בשתי תקופות הדיגום. ההחלטה לדגום חרקים לאורך כל השנה הראתה דגם פעילות עונתי ברור של המינים השונים, והביאה לגילוי המפתיע כי שבעה מתוך עשרת מיני החיפושיות השכיחים ביותר פעילים בעיקר בחורף. בנוסף, מצאנו 98 מינים וסוגים של עכבישנים ומתוכם שני מינים חדשים למדע, שנבדלו בין מדרונות הקניון. המפנה הדרומי עשיר יותר גם במיני עכבישנים. דיגום זה תרם נתונים אקולוגיים חדשים על התפוצה המרחבית והעיתית של עכבישנים. ממצאים אלה מדגישים את החשיבות של סקר מקיף של טקסונים מגוונים, מיקרו בתי גידול, עונות ותקופות שונות, בשטחים טבעיים בלתי מופרעים, לצורך אפיון של תוכנית ניטור ארוכת טווח, שתאפשר הבנת השפעה של משתני סביבה טבעיים או פעילות האדם.

תרומת המחקר היא בהבנת הרכב המינים של צמחים, חיפושיות, נמלים ועכבישנים והדינאמיקה הטבעית הקיימת בהם באזור הים תיכוני, כבסיס לניטור ארוך טווח – שתכליתו מעקב אחר משבר המגוון הביולוגי, הבנת הגורמים לו ומציאת דרכי התמודדות עמם. המחקר שלנו מתאים לצורך זה כי אתר המחקר נשמר היטב מפני האדם ועל כן יכול לשמש כאתר ניטור לאומי של החורש הים-תיכוני. המחקר מעיד על הפער הקיים במחקר המגוון הביולוגי באזור הים תיכוני בישראל.