

שיקום נחל וסביבתו בראייה הוליסטית – מדע אזרחי, קהילה, חינוך וטבע בפרויקט 'עיניים לציפורי'

טל מרסיאנו רטנר ^[1]*, אחיעד דוידסון ^[2], יפתח נגר ^[3], אורית הירש-מציאולס ^[3], דליה לן ^[6], אביב אבישר ^[7], עפר ארזי ^[3], חוה בן-חורין ^[8], נעם ברנר ^[6], טלי טל ^[6] ויעל קלי ^[8]

^[1] אגף חברה וקהילה, רשות ניקוז ונחלים קישון

^[2] יועץ מדע אזרחי לפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי, רשות ניקוז ונחלים קישון

^[3] החוג למערכות מידע, אוניברסיטת חיפה

^[4] בית הספר למערכות מידע, האקדמית תל-אביב-יפו

^[5] החוג ללימודים רב תחומיים, אוניברסיטת חיפה

^[6] הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה,

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

^[7] מוזיאון הטבע על שם שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

^[8] הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה

* tal@rnkishon.co.il

חינוך, חברה וקהילה

חיות המחמד

פעילות בנחל עם תלמידי בית ספר במסגרת הפרויקט החינוכי | צילום דליה לן

תקציר

פרויקט המדע האזרחי 'עייניים לציפורי' הוא חלק מהפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי ומיישום גישת הניהול האגני המשלב. מאמר זה סוקר את פרויקט 'עייניים לציפורי' כחקר מקרה המדגים כיצד פרויקט מדע אזרחי פועל בצורה משולבת המחברת בין שלושה מישורים מרכזיים – ניטור אקולוגי-יישומי, מעורבות קהילתית וחינוך סביבתי – להשגת תועלות מרובות ותמיכה בתהליכי השיקום. הפרויקט מתאפיין בכך שמדע אזרחי אינו משמש בו כלי משלים בלבד, אלא מנגנון אינטגרטיבי המחבר בין שלושת המישורים, שלכל אחד מהם מטרה ייחודית ומחקר מלווה. במסגרת 'עייניים לציפורי' מופעל מערך ניטור רחב-היקף שכולל תושבים ותלמידים שאוספים תצפיות טבע לאורך הנחל באמצעות היישומון iNaturalist, וכך נבנה בסיס נתונים עשיר המאפשר להעריך לאורך זמן את השפעות פעולות השיקום ואת הצלחתן. מתחילת הפרויקט במהלך שנת 2024 ועד מאי 2026 נאספו למעלה מ-12,000 תצפיות שמחזקות כ-1,500 מינים, שכמחציתם הם פרוקי רגליים. הנתונים האלה מדגישים את תרומתו של ניטור רב-טקסוני להבנת מכלול מערכות החיים הנסמכות על בתי הגידול לאורך הנחל.

לצד היתרונות של ניטור באמצעות מדע אזרחי, הפרויקט נותן מענה לאתגרים שונים בתהליך. לשם כך משולבים בפרויקט הכשרות, ליווי מדעי והשוואות שיטתיות בין ניטור אזרחי לניטור מקצועי במטרה לזהות הטיות ולצמצמן. אתגר נוסף שהפרויקט מנסה לתת לו מענה הוא כיצד לפתח קהילות ניטור מתנדבות כך שיפעלו לאורך זמן, יאפשרו איסוף נתונים עקבי ומבוסס, שיסייע בקבלת החלטות ממשקיות על בסיס תצפיות מתמשכות ובהיקף נרחב. בהקשר זה מתקיים מחקר אנתרופולוגי מלווה, שמטרתו להבין אילו תנאים תומכים בבניית קהילות ניטור בריאות ומחויבות לטווח הארוך. הפרויקט מדגיש גם משמעות חברתית-חינוכית רחבה: השתתפות תלמידים במדע אזרחי כחלק מחינוך מבוסס מקום מחזקת את תחושת השייכות למרחב הנחל ומעודדת פְּעִלָּנוּת סביבתית בקרב התלמידים. מחקר חינוכי מלווה בוחן את תהליכי הבניית תחושת המקום והמודעות הסביבתית. כך הופך שיקום הנחל באגן ציפורי לזירה משולבת של טבע, ידע ומעורבות אזרחית, שיכולה לשמש מודל שניתן להרחיבו גם לאגנים נוספים בישראל.

מילות מפתח: איכות נתונים · הטיות דגימה · חינוך מבוסס מקום · ניהול אגני משלב · ניטור רב-טקסוני · פעולות סביבתיות · iNaturalist

מבוא

נחלים הם מערכות טבעיות מורכבות, ששיקומן מחייב ראייה מערכתית אינטגרטיבית וניהול המשלב בין רכיבי המערכת האקולוגית לצורכי החברה ^[42, 6]. בהתאם לכך, בשנים האחרונות רשויות הניקוז והנחלים בישראל מקדמות גישת ניהול אגני משלב: גישה אדפטיבית ורב-תחומית השואפת לשמירת שלמות המערכת האקולוגית באגן ההיקוות ולשיקום שירותיה והתועלת הסביבתית, החברתית והכלכלית שהיא מספקת. במסגרת תפיסה זו מדע אזרחי הוא רכיב משלים לניהול האגני ולפרויקטי שיקום נחלים, שכן הוא מאפשר שילוב בין תחומי ידע ובין ידע מדעי לידע מקומי, תוך הרחבת בסיס הנתונים האקולוגי וחיזוק המעורבות הציבורית בתהליכי ניטור וקבלת החלטות לאורך זמן ^[41, 31].

מדע אזרחי כחלק משיקום מרחב נחל ציפורי

מדע אזרחי (Citizen Science) מוגדר כשיתוף פעולה מחקרי בין

מדענים למתנדבים מהציבור הרחב (להלן: מדענים אזרחים), המעורבים באופן פעיל באיסוף נתונים, בניטור סביבתי או בניתוח מידע ^[9]. בתחום שמירת הטבע מדע אזרחי הוא כלי חיוני המאפשר איסוף נתונים בהיקף גדול (מבחינת מרחב, זמן וכיסוי טקסונומי) שאינו בִּרְהֶשֶׁגה באמצעי מחקר מסורתיים ^[32]. על כן, הוא יכול לתרום משמעותית להבנת מגמות במגוון הביולוגי, למיפוי תפוצת מינים וליזיהוי מוקדם של גורמי עקה במערכות אקולוגיות ברמה העולמית והמקומית ^[37, 13]. מדע אזרחי מקדם גם מטרות חברתיות וחינוכיות: העלאת המודעות הסביבתית, חיזוק תחושת האחריות המקומית (stewardship) והגברת האוריינות המדעית בקרב המשתתפים. שיתוף הציבור מגשר בין הקהילה, אנשי השטח וקובעי המדיניות, וכך יכול לסייע בגיבוש החלטות ניהוליות מבוססות נתונים הנהנות מתמיכה ציבורית רחבה ^[26, 15].

הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי משמש מעבדה יישומית לשיקום נחלים בהיקף אגני, ומדגים ניהול אגני משלב. במסגרת



על קצה המזלג

- * המאמר סוקר פרויקט מדע אזרחי חדשני המשולב בתהליכי שיקום נחל ציפורי כמרכיב אינטגרלי ולא ככלי משלים בלבד.
- * הפרויקט נשען על שלוש רגליים מרכזיות: ניטור אקולוגי יישומי, מעורבות קהילתית וחינוך מבוסס מקום.
- * באמצעות אלפי תצפיות של תושבים ותלמידים המתגוררים סמוך לנחל נבנה בסיס נתונים רחב, המאפשר לזהות מגמות במגוון הביולוגי ולגלות מינים נדירים בנחל.
- * המעורבות במדע האזרחי מחזקת את תחושת השייכות והאחריות הסביבתית של הקהילה למרחב הנחל, והדבר יוכל לסייע בשימור תוצרי השיקום לטווח הארוך.
- * מחקר המלווה את הפרויקט בוחן כיצד ניתן לצמצם הטיות אנושיות בנתונים ולבנות קהילות ניטור יציבות ומחויבות.

מערכת אקולוגיה וסביבה

פרויקט המדע האזרחי פועל כמנגנון אינטגרטיבי המחבר בין שלושת המישורים. במישור האקולוגי-יישומי מטרתנו להרחיב את בסיס הידע האקולוגי על מצב הנחל באמצעות ניטור מתמשך של מגוון המינים ותנאי הסביבה. הפעילות במישור זה מתמקדת בפיתוח ובהטמעה של מערך ניטור אזרחי של מרחב הנחל, ונבנית בשיתוף צוות האקולוגיה של פרויקט השיקום ובליווי צוות AI4Biodiversity באוניברסיטת חיפה. פעילות זו מלווה במחקר שעוסק בבדיקת איכות הנתונים שאוספים פעילי המדע האזרחי, ובפיתוח שיטות להשבתם על-ידי הפחתת הטיות קולקטיביות. בפרויקט שותפים גם אקולוגים שמשתתפים בהכשרת תושבים שמעוניינים להשתלב בניטור שיטתי במרחב הנחל, ואף מנטרים בעצמם קבוצות טקסונומיות שונות במטרה לאפשר השוואה בין תוצאות הניטור האזרחי לתוצאות הניטור המקצועי.

במישור הקהילתי מטרתנו לטפח קהילה מעורבת ואכפתית, המפתחת תחושת אחריות למרחב הנחל ותומכת בתהליכי השיקום. הפעילות במישור זה מתמקדת בבניית קבוצות מדענים אזרחים שהוכשרו לניטור ביולוגי כחלק מתהליך שיקום הנחל, ומלווה מקצועית על-ידי רכז הפרויקט, צוות AI4Biodiversity, ואגף חברה וקהילה ברשות ניקוז ונחלים קישון. פעילות זו מלווה במחקר העוסק בהבנת התנאים שיסייעו לבניית קהילות ניטור בריאות ומחויבות לטווח הארוך.

במישור החינוכי מטרתנו היא לפתח קשר למקום ולהעצים את יכולתם של המשתתפים לפעול כסוכני שינוי תוך התנסות באזרחות פעילה ותורמת כחלק מפרויקט מדע אזרחי. הפעילות במישור זה מתקיימת בבתי ספר מהחברה הערבית והיהודית בתחומי המועצה האזורית זבולון במסגרת פרויקט המדע האזרחי הבית ספרי 'כן לציפורי' (המהווה חלק מפרויקט 'עניינים לציפורי') וכוללת השתתפות תלמידים במחקר האקולוגי לבחינת שיקום הנחל. את התוכנית מוביל צוות חוקרות מהמרכז לקידום מדע אזרחי בבית הספר (TCSS – Taking Citizen Science to School), שגם מלוות אותה במחקר העוסק בבחינת תחושת המקום ומודעות והתנהגות פרו-סביבתית של התלמידים שהשתתפו בפרויקט.

הפעלת פרויקט רב-ממדי מחייבת תיאום בין-תחומי ומנגנוני עבודה משותפים, והוא נשען על שיתוף מתמשך בין הצוותים השונים לצורך סנכרון מטרות, יעדים, שיטות עבודה, פעילות ותוצרים. הובלת הפרויקט והשותפות מבוצעות באחריות רשות הניקוז באופן המאפשר את מימושו באופן אינטגרטיבי התומך במטרות השיקום.

ניטור כחלק משיקום נחל

צוות האקולוגיה הראשי של פרויקט שיקום נחל ציפורי מבצע ניטור ארוך-טווח של רכיבי מערכת הנחל במטרה להעריך את הצלחת פעולות השיקום. עם זאת, עקב מגבלות זמן ותקציב (שאופייניות לפרויקטי ניטור) הניטור המקצועי מוגבל בהיקפו

הפרויקט מיושם לראשונה בישראל פרויקט מדע אזרחי רחב-היקף כחלק אינטגרלי מתהליך השיקום והניטור. שיקום נחל הוא תהליך מורכב ורב-ממדי, הדורש פיתוח מענים שמשלבים תחומי שיקום שונים, סביבתיים וחברתיים, בהתאם לאתגרי השיקום. פרויקט המדע האזרחי 'עניינים לציפורי' מתקיים בשותפות עם קבוצות חוקרים ממגוון תחומים, בתי ספר, קבוצות תושבים ורשויות מקומיות, ובכך ממחיש את הפוטנציאל של שיקום נחל כזירה המשלבת מטרות אקולוגיות, תכנוניות וחברתיות באמצעות שותפות רב-מגזרית. מאמר זה מציג את פרויקט 'עניינים לציפורי' כחקר מקרה לשילוב מדע אזרחי בשיקום נחלים, ובכך תורם להבנת הפוטנציאל שלו במיזמים סביבתיים מורכבים.

שלוש רגליים 'עניינים לציפורי': ניטור אקולוגי-יישומי, קהילה וחינוך

כאמור, בפרויקט 'עניינים לציפורי' שלושה מישורים: ניטור אקולוגי-יישומי, מעורבות קהילתית וחינוך סביבתי כחלק מתהליך השיקום.

בהתאם להמלצות האקולוגים המובילים את תהליך שיקום הנחל. המתנדבים עברו הכשרה עיונית ומעשית, ולאחריה החלו לנטר עצמאית. הם מנטרים בכל השנה גם באזורים שאינם מכוסים על-ידי צוות האקולוגיה הראשי, ואוספים מידע רב ואיכותי על קבוצות של ביאינדיקטורים חשובים, בדגש פרפראים, שפיראים ועופות, שנותנות אינדקציה להצלחת פעולות השיקום.

המדענים האזרחים בפרויקט משתמשים ביישומון (אפליקציה) iNaturalist המאפשר העלאת תצפיות שהן תוצאה של ניטור רב־טקסונים (multi-taxa monitoring – ניטור המתמקד בכמה טקסונים או קבוצות אורגניזמים נבדלות). התצפיות הן בהיקפים גדולים ובכיסויי מרחבי ועיתי משמעותי, תוך תיעוד מבוסס תמונה ובקרה קהילתית על הזיהוי הטקסונומי [12]. מתחילת פעילות הניטור האזרחי בשנת 2024 ועד מאי 2026 נאספו מעל ל־12,000 תצפיות, המתעדות כ־1,500 מינים. ניתוח ראשוני של הנתונים מראה כי 49% מהמינים הם פרוקי־רגליים, ו־31% הם צמחים. חלוקה זו מדגישה את התרומה

ומתבצע במספר מצומצם של נקודות ובתדירות נמוכה, תוך התמקדות בקבוצות טקסונומיות ספורות, בעיקר חסרי חוליות גדולים במים, צומח (לרבות מינים פולשים) ודגים. דפוס זה תואם במידה רבה מסגרות ניטור נפוצות באירופה במסגרת הדירקטיבה האירופית למים (Water Framework Directive), המדגישה מדדים אקוויטיים ואיכות מים כבסיס להערכת מצב נחלים [14]. דא עקא, גישות ניטור הנשענות בעיקר על רכיבים אקוויטיים, עלולות שלא לתפוס את מכלול מערכות החיים הנסמכות על הנחל ועל בתי הגידול לאורך גדותיו, אף על פי שהמידע הזה נדרש להבנת תהליכי שיקום במבט אגני רחב יותר [35].

שילוב תושבים מקומיים שעברו הכשרה לניטור אקולוגי מאפשר הרחבה של היקף הניטור [24]. במסגרת פרויקט 'עניים לציפורי' הוקמו שתי קבוצות מדע אזרחי המבוססות על עשרות מתנדבות ומתנדבים תושבי המועצות האזוריות זבולון ועמק יזרעאל. הקבוצות האלה אוספות נתונים באופן מתמשך באזורים קבועים לצד הנחל



מדענים אזרחים מצלמים שפירית במקטע מרלין | צילום: אורית הירש־מציאולס



הייחודית של הניטור רב־הטקסונים המתאפשר בזכות המדע האזרחי, שכן פרויקט־רגליים וצמחייה הם רכיבים מרכזיים בתפקוד המערכת האקולוגית, אך לעיתים אינם זוכים לכיסוי מספק במסגרת הניטור המקצועי שמתמקד בעיקר במדדים אקוטיים קלאסיים.

ניטור קבוצות בעלי חיים, כגון פרפראים ועופות, עשוי להרחיב את ההבנה של השפעות שיקום בתי גידול לחים על מרכיבים שונים במערכת האקולוגית, ובייחוד על קבוצות התלויות באקוטון מים־יבשה ובהטרוגניות בית הגידול. דוגמה בולטת לכך נצפתה בפרויקט שיקום רחב־היקף במורד הנחל (ראו עמ' 33–35 בגיליון זה), המהווה חלק מפרויקט MERLIN של האיחוד האירופי, שמקדם פתרונות מבוססי טבע לשיקום נחלים ובתי גידול לחים. במסגרת ניטור שמתבצע כחלק מפרויקט 'עניים לציפורי', תועד בשנת 2024 שפע יוצא דופן של פרפרים – ממוצע של 39.83 פרטים בחתך באורך 50 מטר בבית הגידול של נחל משוקם, בהשוואה לשפע בן ספרה אחת המתועד בחתכים רבים באותו האורך במסגרת ניטור הפרפרים הלאומי בישראל (רחלי שוורץ־צחור, מומחית פרפרים ושותפה בפרויקט, מידע בע"פ). נוסף על כך, במסגרת הפרויקט תועד פרפר נדיר ובסכנת הכחדה בישראל: הספּרית ביצות (*Borbo borbonica zelleri*). ממצא זה מדגים כיצד ניטור רב־טקסונים שמתבצע במסגרת מדע אזרחי עשוי לשקף ממצאים שאינם נצפים בניטור האקולוגי השיטתי המתבצע כחלק משיקום נחל, ומצביע על אפשרות להשפעה רחבה של שיקום בתי גידול לחים על המערכת האקולוגית סביבם. ההשפעה האפשרית של שיקום בתי גידול לחים על מצאי המינים במרחב הנחל מעלה שאלות מחקריות ויישומיות שניתן לבחון כחלק מהערכת הצלחת השיקום ושיפור הממשק. לדוגמה, ניתן לבחון גורמים סביבתיים ונופיים שעשויים להסביר שפע פרפרים באזור משוקם או התבססות של מינים נדירים. שילוב תצפיות מדע אזרחי עם פרוטוקולים נוספים של ניטור מקצועי מאפשר התבוננות מעמיקה על תהליכי השיקום ושיפור הבנת תגובת המערכת האקולוגית לשיקום מרחב הנחל. נוסף על תרומת פעילי המדע האזרחי לידע המדעי, נוכחותם התדירה בשטח תורמת לזיהוי מוקדם של מפגעים סביבתיים ולהתרעה בזמן אמת לגורמים הרלוונטיים. דוגמאות לדיווחים משמעותיים ותדירים של מנטרי 'עניים לציפורי' לצוות הפרויקט: התראה על כניסת עדרים לאזורים שעברו שיקום צמחי, התראה על מפגעים כגון מוקדי פסולת חדשים ועבודות לא חוקיות ברצועת הנחל, זיהוי מוקדם של זיהום מי הנחל, איתור כניסה של צמחים פולשים שאִפשר טיפול מהיר, ואיתור מינים נדירים לשימור. התקשורת הישירה והמיידית עם צוות הפרויקט מובילה בדרך כלל לטיפול מהיר בבעיות.

מחקרים לבדיקת איכות הנתונים הנאספים במדע אזרחי, ושיפורו
בעשורים האחרונים חלה צמיחה משמעותית בהיקף השימוש במדע

אזרחי לצורכי ניטור המגוון הביולוגי, וכיום פועלים ברחבי העולם אלפי פרויקטים המבוססים על תרומת הציבור לאיסוף נתונים אקולוגיים. פלטפורמות בולטות כמו eBird ו־iNaturalist משמשות כיום מקור מרכזי לנתוני תפוצה, שפע והתנהגות של מינים בקנה מידה רחב [1, 13, 28]. עם זאת, הפוטנציאל הרב של מדע אזרחי לסייע בניטור הטבע לא תמיד מגיע למיצוי [25]. אחת הסיבות לכך היא סימני שאלה שמתעוררים בקהילה המדעית לגבי איכות הנתונים [37]. גם כשהנתונים נאספים בפורמט סטנדרטי, דרך יישומון כמו iNaturalist, שמאפשר להשביח את איכות הזיהוי של תצפיות (על־ידי שילוב בינה מלאכותית וחוכמת ההמונים), עדיין קיים סיכוי להטיות בנתונים שנאספו על־ידי האזרחים. מספר מחקרים הראו שקיימות הטיות שונות אצל המנטרים, שחלק מהן משותפות לרבים, ויכולות לפיכך להצטבר ולהשפיע על הנתונים [3, 4, 11]. הבולטות בהן הן הטיית מיקום (העדפה לניטור במקומות נגישים וקרובים לאזור המגורים); הטיית זמן (העדפה לעונות נוחות, ולשעות היום, ועל כן למשל יש פחות תצפיות של חיות לילה); העדפה לתיעוד של מינים "כריזמטיים" – צבעוניים, גדולים, יפים, נדירים, מסוכנים – ולדיווח עליהם. זאת ועוד, יש מינים שקשה יותר לראות ולצלם (למשל חיות קטנות, נחבאות או מהירות). בניגוד למדענים שמנטרים לפי פרוטוקולים מובנים שנועדו לנסות לצמצם חלק מההטיות האלה, במחקרים רבים מדענים אזרחים מנטרים באופן חופשי לגמרי, או באופן שיש בו יותר דרגות חופש. כדי להתמודד עם ההטיות עברו המדענים האזרחים הכשרות ייעודיות. כמו כן, צוות אקולוגיה של הפרויקט סיפק תמיכה בתהליכי הניטור ובשימוש ביישומון iNaturalist שמחייב העלאת עדות תומכת (תמונה או הקלטה) עם כל תצפית, וכולל בקרה קהילתית על זיהוי הטקסון – שתי תכונות המסייעות לביסוס אמינות הנתונים. תהליכי הניטור מלווים ומונחים גם על־ידי קבוצת המחקר AI4Biodiversity באוניברסיטת חיפה, המבצעת מספר מחקרים במטרה לנסות לפתח שיטות לטיוב הנתונים הנאספים במדע אזרחי: מחקר המתבסס על שאלונים הבוחנים את הידע של משתתפי הפרויקט, את העדפותיהם ואת יחסם לטבע; מחקר איכותני הכולל ראיונות ותצפיות משתתפות במטרה להתחקות אחר פעילות המשתתפים ותפיסותיהם; מחקרי הדמיה של מציאות מדומה במעבדה; מחקר כמותי שנועד להשוות בין הנתונים שאוספים אקולוגים מקצועיים לבין נתוני המדע האזרחי, בשני מתוים – בניטור חופשי לגמרי ובניטור שמתבצע באותם מקטעי דרך (טרנסקטים) ששימשו את האקולוגים. לצורך מחקר זה אנו מפעילים שלושה אקולוגים נוספים שמנטרים גם הם באזורים המנוטרים בפעילות שוטפת של המדענים האזרחים. פעילות המחקר הזו, על חלקיה השונים, עדיין בעיצומה. לאחר שיצטברו מספיק נתונים להשוואה, אנו צופים שמציאת הבדלים תבניתיים כמו גם קווי דמיון בין הממצאים, תאפשר לנו להבין טוב יותר על אילו שאלות אקולוגיות ניתן לענות בעזרת הקהל הרחב, ואילו תיקונים יש לעשות בנתונים לשם כך.



תלמידות מבית הספר "דמות זבולון" באֶפְשִׁין, מנטרות את החי והצומח בנחל, במסגרת אירוע בירבליץ | צילום: דלית לן

החברתית של הקבוצה, ושתוצרים כגון תמונות וידע שנצבר, מהווים גורם מחבר בין האנשים העוסקים במדע אזרחי. עם זאת, הם מביעים תסכול מקשיים טכניים ומעוניינים בהדרכה מתמשכת. בשנת הפעילות השנייה (2025–2026) ניכרו עלייה באיסוף הממצאים, בנוכחות בפעילויות המאורגנות, בניטור עצמאי בשטח ובהתכתבות פעילה בקבוצות הוואטסאפ. התהליכים לוו בהתגבשות זהות קבוצתית ברורה יותר ובחיזוק תחושת השייכות והמשמעות, והם מדגישים את הפוטנציאל של מדע אזרחי כמרחב קהילתי-לימודי מתפתח (community of practice) ^[43,22], לצד תרומתו לניטור ולשיקום אקולוגי. כחלק מיישום המלצות המחקר נבנתה תוכנית ליווי להמשך פעילות המדענים האזרחים, המשלבת פעילות חברתית בין חברי הקבוצה, העברת נושאים חדשים על-ידי מומחים ובעלי תפקידים וחיבור המתנדבים לעבודת שיקום הנחל באמצעים מגוונים.

בינוי וטיפוח של קהילות ניטור אזרחי

שיקום נחלים הוא תהליך מורכב וארוך-טווח המחייב התמדה וניהול מתמשך. לפיכך, קיימת חשיבות לפיתוח תשתית קהילתית יציבה שתתמוך בתהליכי השיקום ותסייע בשמירה על הנחל וסביבתו לאורך זמן. מעורבותם של תושבים בעלי זיקה ואחריות סביבתית עשויה לתרום לזיהוי מוקדם של מפגעים, להגברת המודעות בקרב מבקרים לחשיבות השמירה על הנחל, וכן לביצוע פעולות התומכות בתהליך השיקום, כגון עקירת מיני צומח פולשים.

התשתית הקהילתית כוללת גם מערך ניטור אזרחי של החי והצומח לאורך הנחל, שעשוי לתרום לאיסוף שיטתי של נתונים לאורך זמן, לזיהוי מגמות אקולוגיות מתמשכות ולביסוס תהליכי קבלת החלטות ממשקיות על בסיס הידע הנאסף. בתוך כך, התוכנית החברתית לשיקום נחל ציפורה מקדמת פעולות המאפשרות לתושבי האגן להשתתף באופן פעיל בתהליכי השיקום בהווה ובעתיד, ובכלל זה השתתפות בקבוצות המדע האזרחי שתוארו לעיל.

הניסיון מלמד שיצירת קהילות ניטור מבוססות התנדבות הפועלות לטווח הארוך כרוכה באתגרים משמעותיים, בעיקר שמירה על רמת מעורבות והתמדה ^[40,23,16]. לכן, אנו מלווים את פעילות המדע האזרחי במחקר אנתרופולוגי שנועד לתרום להבנת התנאים שסייעו לבניית קהילות ניטור בריאות ומחויבות לטווח הארוך כחלק מניהול אגני משלב. המחקר מתבסס על השתתפות של החוקרת בפעילות הקבוצה ותיעודה: בשטח, בכיתה ובקבוצת הוואטסאפ, ביצוע ראיונות עם המתנדבים ועוד. נושאי המחקר כוללים היבטים כגון מוטיבציות, שייכות וחסמים.

מהשאלונים, מהראיונות ומהתצפיות בשטח עד כה עולה כי המוטיבציות להשתתפות במיזם מגוונות וקשורות לסיפור החיים של כל אחד מהמתנדבים, לתחושת שייכות מקומית ולחיבור ארוך-שנים לטבע. עבור חלק מהמתנדבים הנחל נתפס כחלק בלתי נפרד מסיפור החיים, ואילו אחרים מדגישים שייכות המבוססת על ערכים, ידע ואחריות סביבתית. הממצאים תואמים ידע שהצטבר בספרות ^[38,18,2]. הקשרים שנמצאו מתבטאים ברצון לתרום לשיקום הנחל, לבעלי החיים ולצומח ולסייע במניעה או בצמצום של פגיעה והכחדה. לצד זאת, המתנדבים מביעים רצון עמוק ללמידה ולרכישת ידע ונכונות לקדם את המדע. נוסף על כך, עולה תחושת אחריות כלפי הדורות הבאים, שמתועדת גם היא במחקרים ^[39]. ממחקרנו עולה כי המוטיבציות השונות אינן פועלות בנפרד, אלא משתלבות בתהליכי יצירת שייכות ומשמעות דרך חיבור למרחב הנחל ולקבוצת המנטרים. תחושת המשמעות מתחזקת מהידיעה שהנתונים הנאספים אינם פעילות לימודית גרידא, אלא חלק ממאמץ ממשי לשיקום.

לצד זיהוי גורמי ההנעה והבניית השייכות, המחקר בוחן את השפעותיהן של טכנולוגיות – הטלפון החכם, היישומונים והצילום – על תהליכי הלמידה, על ניטור הנחל ועל חיזוק החיבור הרגשי למקום ^[27,19]. מהמחקר הנוכחי עולה, כי הלמידה הטכנולוגית שזורה בדינמיקה



מדע אזרחי מבוסס מקום לטיפוח פעילות סביבתית בבתי ספר
שילוב תלמידים במדע אזרחי במסגרת בית ספרית מאפשר לחבר בין למידה מדעית, היכרות עם הסביבה המקומית ומעורבות בנושאים סביבתיים וחברתיים בעלי משמעות לקהילה. בהקשרים של שיקום נחלים, השתתפות תלמידים במחקר סביבתי עשויה לתרום לא רק לאיסוף מידע אקולוגי, אלא גם לפיתוח תחושת שייכות למקום ואחריות סביבתית [18, 7].

לקידום המטרות הללו ומטרות נוספות פועל המרכז לקידום מדע אזרחי בבית הספר (TCSS), שהוא מרכז מחקר ופיתוח לחדשנות חינוכית, המשותף לחוקרים מאוניברסיטת חיפה ומהטכניון. המרכז מקדם פרויקטים של מדע אזרחי המבוססים על שותפות בין האקדמיה ובתי ספר, ומאפשר לתלמידים ולתלמידות להשתתף באופן פעיל במחקר מדעי אותנטי. במסגרת פעילות זו המרכז שואף לטפח בקרב התלמידים הבנה מדעית לצד פעילות (agency) המתבטאת בתחושת מסוגלות והשפעה על סביבתם.

במסגרת המרכז, וכחלק מפרויקט 'עיניים לציפורי', פותח פרויקט 'כן לציפורי' בבתי הספר, שהתמקד במיוחד בגישה של חינוך מבוסס מקום (place-based education), הנחשבת לגישה חשובה בחינוך סביבתי [36]. הגישה מדגישה את הקשר ההדוק בין הלמידה למקום הפיזי, החברתי והתרבותי שהתלמידים חיים בו, ומעודדת חקירה של מרכיבי הסביבה המקומית: הטבעיים ומעשה ידי אדם. מטרתה לחזק תחושת שייכות, זהות אזרחית ומודעות סביבתית, תוך חיבור לקהילה ולסוגיות מקומיות [44, 34, 33, 30]. בהקשר זה, הדגש אינו רק על הקניית ידע מדעי, אלא גם על פיתוח פעילות סביבתית לטובת הקהילה והחברה שלהם [17]. מחקרים בתחום המדע האזרחי מראים שהשתתפות במחקר בסביבה המקומית תורמת ללמידת מדע ולחיזוק תחושת המקום והאחריות הסביבתית [18]. נוסף על כך, עיצוב הפעילויות בפרויקט התבסס על עיצוב פדגוגי גמיש [8], שאפשר לתכנן ולהוציא לפועל למידה חוקרת בשיתוף מדענים, מורים והקהילה, תוך התאמה למסגרות הלימוד ולצרכים המגוונים של התלמידים והמורים. עיצוב גמיש חיוני בייחוד בפרויקטים בית ספריים של מדע אזרחי [20], מכיוון שמיזמי מדע אזרחי מפותחים לרוב בהקשרים רחבים שעלולים ליצור מתחים עם תוכניות לימוד רשמיות [5, 21, 29]. אחד העקרונות המרכזיים בעיצוב היה יידוע של התלמידים כי הנתונים שהם אוספים משמשים את החוקרים, וכי עבודתם תורמת למחקר מדעי אמיתי מעבר לגבולות הכיתה [8, 7]. בפועל, בפרויקט 'כן לציפורי' השתתפו בשנים תשפ"ה-תשפ"ו מאות תלמידים מכיתות ט'-י"ב מהחברה היהודית ומהחברה הערבית במועצה האזורית זבולון. השתתפותם התקיימה במסגרת לימודי ביולוגיה, מדעים וגאוגרפיה בבתי הספר רמות זבולון (אבטין) וכרמל זבולון (יגור). לצורך כך פותחה תוכנית פדגוגית הכוללת תכנים, פעילויות חקר וסיוורים. במסגרת התוכנית התלמידים העוסקים במדע אזרחי הוכשרו, יצאו לשטח, אספו נתונים על בעלי

חיים וצמחים באמצעות יישומון iNaturalist, והשתתפו בפעילויות לימודיות-חוויותיות, שנשזרו בתוכניות הלימודים.

העבודה המשותפת עם המורים אפשרה התאמה מושכלת של הפרויקט לצורכי בתי הספר, המורים והתלמידים, וחיזקה את יכולתם להוביל את הפרויקט כחלק מהעשייה הפדגוגית בכיתות. את תהליך הלמידה והחקר בשנת תשפ"ה חתמה פעילות סיום משותפת לשני בתי הספר. בפעילות הציגו תלמידים משני בתי הספר תוצרים לימודיים-חוויותיים בפני מורים, תלמידים, חוקרים ונציגי הקהילה, ובכך חיזקו את תחושת המשמעות, השייכות והעשייה המשותפת.

במחקר מלווה שכלל שאלונים וראיונות עם תלמידים שהשתתפו בפרויקט בשנת תשפ"ה, נמצא כי המודעות וההתנהגות הפרו-סביבתית של התלמידים קשורות לתחושת השייכות למקום ולהנאה מפעילויות החקר בסביבת הנחל. התחושות האלה באות לידי ביטוי בנוכחותם של התלמידים לתרום למדע ולסביבה ובחיזוק קשרים חברתיים [10]. ממחקר נוסף שהתבסס על ראיונות עם תלמידים, עולה שתחושת המקום בקרב תלמידים אינה מתפתחת באופן אחיד, אלא בדרכים שונות המובילות לצורות שונות של אחריות סביבתית. ממצאי המחקר תורמים לחינוך הגאוגרפי והמדעי בהבנת תפקיד ההנאה כבסיס רגשי ללמידה סביבתית ולמעורבות אזרחית במדע אזרחי מבוסס מקום. נוסף על כך, במחקר מוצעת מסגרת מושגית ופדגוגית לעיצוב יוזמות מדע אזרחי המעודדות את מעורבות התלמידים במדע, בסביבה ובקהילה.

הפיתוח החינוכי של פרויקט 'כן לציפורי' מדגים את הפוטנציאל של מדע אזרחי מבוסס מקום כמסגרת לטיפוח אזרחות סביבתית פעילה, המתאימה במיוחד לשילוב תלמידים בפרויקטים לשיקום נחלים, ומניח תשתית ליישום עקרונות המודל בהקשרים חינוכיים וסביבתיים נוספים.

סיכום

מדע אזרחי הוא נדבך חשוב בפרויקט שיקום נחל ציפורי, שתורם במקביל ובצורה משולבת לידע מדעי, לניהול אדפטיבי, לחיזוק קהילה ולחינוך סביבתי. פרויקט 'עיניים לציפורי' פועל בשלושה מישורים המשולבים זה בזה בצורה הוליסטית. **במישור האקולוגי-יישומי** המיזם מבליט את חשיבות יצירת מאגר נתונים רחב-היקף, הנשען על נוכחות מתמדת של תושבים במרחב הנחל, לצד הבנת הטיות ושילוב פרוטוקולים משלימים להפקת תובנות יישומיות ואמינות. **במישור הקהילתי** מודגש הצורך בבניית תשתית קהילתית יציבה שתאפשר נוכחות אזרחית מיטיבה במרחב הנחל וניטור רציף לאורך שנים. **במישור החינוכי** הפרויקט מדגים פוטנציאל לטיפוח אוריינות מדעית ופעלתנות סביבתית.

תכנון מדויק ומתמשך של פרויקט רב-ממדי זה מאפשר העצמה של הרכיבים השונים באמצעות העבודה המשותפת: ההיכרות

המשולב של הפרויקט, ולהוסיף תודה מיוחדת למדענים האזרחים תושבי המועצה האזורית זבולון והמועצה האזורית עמק יזרעאל, ותלמידי בתי הספר התיכוניים רמות זבולון ובאבטין וכרמל זבולון ביגור, שנוכחותם בשטח, פועלם והעבודה עימם יוצרים תועלות רבות ומתמשכות בקהילות הנחל, בנחל וסביבתו ובמחקר המדעי.

המלצות לקריאה נוספת

מאמר סקירה המספק תשתית טובה להיכרות עם תחום המדע האזרחי ולהבנת הפוטנציאל שבו לשמירה על מערכות אקולוגיות, לצד המגבלות שביישום תוכניות של מדע אזרחי. גולומביק, י. ברעם-צברי א ופישביין ב. 2015. מדע אזרחי – שיתוף הציבור בביצוע מחקר מדעי. אקולוגיה וסביבה 6(1): 14–23.

מאמר המתאר פרויקט מדע אזרחי שהתבצע בבית ספר בצפון הארץ, שהתועלת החינוכית שהתגלתה בו עשויה להתקיים בפרויקטים דומים.

חוסין פארג'י, קלי י, שגיא א ואחרים. 2023. הגדלת ההון המדעי של תלמידים המתגוררים בפריפריה דרך השתתפותם במדע אזרחי – האם היא עשויה אף לתרום לניידות חברתית שלהם? אקולוגיה וסביבה 14(3).

תיאור מספר חקרי מקרה הממחישים כיצד מדע אזרחי יכול לסייע בצורה משמעותית למנהלי שטחים פתוחים.

לביא אלון נ ועזיזה י. (ללא תאריך). מדע אזרחי למנהלי שטח. אתר המרכז הישראלי למדע אזרחי, מחיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. נצפה ב־24 במאי 2026.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

והשותפות של המשתתפים בקהילה ובבתי הספר בתהליכי השיקום מחזקות תחושת משמעות ומוטיבציה לפעולה, פרויקט שיקום הנחל נתרם מהפלטפורמה הנבנית שמחברת תושבים ותלמידים כפעילים הדואגים לשמירת מערכת הנחל, והנתונים הנאספים וטיובם מאפשרים להבין טוב יותר את תהליכי השיקום הנרחבים המבוצעים בנחל ציפורי.

אף על פי שתהליך העבודה טרם הסתיים, ניתן כבר בשלב זה לזהות הצלחות: הערך שנוצר מחיבור תלמידים ותושבים אל מרחב הנחל כבסיס לתחושות שייכות ואחריות (והתנהגות של שמירה על מרחב הנחל); העניינים של פעילים ותלמידים שמופנות אל הנחל, ומאפשרות לאנשי רשות ניקוז ונחלים קישון ופרויקט שיקום נחל ציפורי לתת מענה מהיר למפגעים בשטח; האפשרות של צוות האקולוגיה של הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי לבחון את תהליכי השיקום דרך מאגר מידע אקולוגי שנבנה ומתוקף לדרגת מחקר, ומשקף מגוון ביולוגי שלא נצפה בדרך כלל בתהליכי ניטור. במאמר מוצג חקר מקרה המדגים כיצד מערך מדע אזרחי אינטגרטיבי המשלב אלמנטים של ניטור-קהילה-חינוך, יכול לשמש רכיב מפתח בשיקום נחלים ובהטמעת ניהול אגני משלב. המודל המוצע ניתן להרחבה גם לאגנים נוספים.

תודות

פרויקט המדע האזרחי "עיניים לציפורי" הוא תולדה של שותפות משמעותית בין רשות ניקוז ונחלים קישון והפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי לבין קבוצות חוקרים, אקולוגים, אנשי חברה וקהילה, רשויות מקומיות ומדענים אזרחים מקהילות האזור ובבתי הספר השותפים בפרויקט. ברצוננו להודות לשותפים בהובלת המבנה



הספריית הביצות – מין של פרפר בסכנת הכחדה שהתגלה בפשט ההצפה במקטע מרלין | צילום: רע שיש

