

נוספת בחשיפה וצמצום הפער מול מדינות אחרות הם הכרחיים. ידיעה זו מבוססת על פרסום ב:

International Journal of Hygiene and Environmental Health

#### מקורות

Ein-Mor E, Ergaz-Shaltiel Z, Berman T, et al. 2018. Decreasing urinary organophosphate pesticide metabolites among pregnant women and their offspring in Jerusalem: Impact of regulatory restrictions on agricultural OP use? *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 221(5): 775-781.

הישראליות יכולה להיות מיוחסת גם להרגלי התזונה הישראליים שכוללים יותר ירקות ופירות טריים מהנהוג באירופה ובארה"ב. זוהי פעם ראשונה שמדווחים ערכי זרחנים אורגניים בשתן יילודים, וברור מאליו שחשיפה זו נעשתה אך ורק במעבר דרך השליה לאחר חשיפת האם. נתון זה מוסיף למחקרים אחרים שנערכו בארה"ב לפני 2010 והציגו את ההשפעות של שינויים בתקינה על השימוש בזרחנים אורגניים והחשיפות באוכלוסייה, ללא הבחנה בין חשיפה תזונתית או חשיפה משימוש ביתי. נראה כי ההגבלות היו יעילות בהפחתת החשיפה התזונתית בישראל, אך למרות זאת ירידה



פרופ' רונית חיימוב-קוכמן ז"ל | הצילום באדיבות המשפחה

פרסום זה מוקדש לזכרה של חברתנו ושותפתנו פרופ' רונית חיימוב-קוכמן אשר הלכה מאתנו בפתאומיות ובטרם עת. רונית הייתה רופאת נשים שהתמחתה בפריז, ובין תחומי התעניינותה ועיסוקיה הרבים היא חקרה את הקשר בין חשיפות סביבתיות ופריז. סקרנותה, היצירתיות שלה ותעוזתה הביאו אותה להישגים מחקריים ולפריצות דרך מדעיות. היא היוותה השראה לאנשים רבים סביבה והביאה אור גדול לנשים רבות. חבר משפחתה, יורד ים יוני אמר: "כל עוד היא בליבנו – היא לא מתה. השכחה היא המוות האמיתי". יהי זכרה ברוך.



אנשים שאינם מומחים בתהליך החקר המדעי. אחד מהחששות שעולים מצד המדענים ומתוארים לעומק בספרות המקצועית על מדע אזרחי<sup>[2,3]</sup>, נוגע ליכולתו של הציבור לאסוף נתונים אמין ולאורך זמן. מדענים רבים מפקפקים ביכולתם של אנשים שאינם מומחים לספק מידע מהימן בעל איכות מדעית נאותה, וחוששים מחוסר ניסיונם של המשתתפים ומהטיות אפשריות על הנתונים הנאספים<sup>[2]</sup>. נוסף על כך, מספר מחקרים תיעדו את "אפקט הלמדן" (learner effect), העובדה שמשתתפים נעשים אספי נתונים טובים יותר לאורך זמן<sup>[4]</sup>. שיפור זה מקושר להיכרות מעמיקה יותר עם פרוטוקולי הדגימה וללמידת תכנים מדעיים הקשורים למיזמים, והמשמעות הישירה שלו היא שכלל שישנם יותר מתנדבים חדשים במיזם, כך הנתונים שייאספו בו יהיו מדויקים ואמינים פחות.

## אמינות נתונים במדע אזרחי

יעלה גולומביק

yaelago@technion.ac.il

המדע האזרחי, תחום חקר גדל ומתפתח בשנים האחרונות, משלב מתנדבים בביצוע מחקר מדעי. בין אם הם עוסקים בניטור מגוון ביולוגי, בזיהוי גלקסיות, בפענוח מבנה חלבונים או באחת מפעולות מחקר רבות אחרות – אנשים שונים ברחבי העולם שאינם בעלי הכשרה מקצועית בנושא מסייעים כיום למדענים לקדם את מחקריהם<sup>[1]</sup>. עליית המדע האזרחי בעשור האחרון הביאה הזדמנויות רבות למדענים ולציבור, לצד אתגרים רבים ושאלות באשר לשיתוף

בהתאם לאופי המיזם ולמשימות שהמשתתפים מתבקשים לסייע בהן, נבחרים הפתרון או שילוב הפתרונות המתאימים ביותר. לדוגמה, מיזם ניטור פרפרי דנאית מלכותית (*Danaus plexippus*) (MMLM – www.monarchlab.org) מספק למתנדבים הכשרה בזיהוי פרפרים, מצריך תצפיות שבועיות חוזרות כדי להגביר את ניסיונם של המתנדבים, וכן מגביל את האזורים הנסקרים למקומות שהצמח המארח של הפרפר (milkweed, *Asclepias* sp.) נמצא בהם. כך מקטין המיזם ככל שניתן את הסיכון לטעויות של המתנדבים ולהטיה של מאגרי הנתונים על תפוצת הפרפרים.<sup>[6]</sup>

דוגמה נוספת ניתן לראות במיזמים של פלטפורמת Zooniverse (www.zooniverse.org) שלרוב מבקשים מהציבור סיוע בסיווג או בזיהוי אלמנטים בתמונות, כחלק ממגוון של מחקרים מתחומים שונים. כדי לוודא את זיהוי המדויק של גופים בתמונה מועברת כל תמונה לסיווג אצל כמה עשרות מתנדבים, לקבלת תמימות דעים באשר לסיווג (כאשר לא קיימת הסכמה, מועברת התמונה לחוות דעת של מומחים)<sup>[8]</sup>.

שימוש בפתרונות כגון אלה במהלך השנים הוכיח במחקרים רבים את יכולתם של מיזמי מדע אזרחי לספק נתונים מהימנים שיכולים לתרום למדע ולמדענים כל אחד בתחומו<sup>[9,10]</sup>. כמובן שנושא אמינות נתונים במדע אזרחי הוא רק אתגר אחד מיני רבים בבנייה ובעיצוב של מיזמים אלה. נדרשת עבודה רבה כדי לתכנן, לבצע ולתחזק מיזמי מדע אזרחי כדי שיהיו פוריים ומועילים. למרות זאת, הפוטנציאל הרב למדע, לחברה ולמשתתפים הפרטיים והיכולת של מדע אזרחי לשבור גבולות מסורתיים בנושאים הקשורים למדע ולחברה הופכים את המאמץ לכדאי במיוחד.

ומה איתכם – האם בתחומי המומחיות שלכם תוכלו לחשוב על דרך יצירתית לרתום מתנדבים למחקר ויחד עם ציבור רחב זה ליצור כוח איסוף נתונים בעל עוצמה שתוכלו להגיע בעזרתו לתוצאות שלא חלמתם עליהם? או שאולי תמצאו עניין בהצטרפות לאחת משלל היוזמות בארץ או בעולם ולחוות את המחקר המדעי מזווית אחרת?

כדאי להכיר – 'מרכז המצוינות המחקרית מדע אזרחי בבית הספר' הוקם על-ידי חוקרים מהטכניון ומאוניברסיטת חיפה. מטרתו לבחון כיצד מדע אזרחי יכול לשמש בסיס לפריצת גבולות מסורתיים בתוך בית הספר ובין בית הספר והחברה ולעודד למידה משמעותית. המרכז יוצר קשרים חדשים בין תלמידים, מורים ומדענים, בין למידה פורמלית ובלתי פורמלית, בין מרחבים פיזיים לדיגיטליים, בין חוקרי חינוך לעובדי הוראה ועוד. לפרטים נוספים על המרכז ולהצטרפות לפעילות: [www.tcss.center](http://www.tcss.center).

בעקבות זאת, ובשל הפוטנציאל הגדול הגלום במדע אזרחי באיסוף נתונים מרחביים ועיתיים רבים, פיתחו עם השנים מיזמי מדע אזרחי דרכים מגוונות להתמודדות עם אתגר אמינות הנתונים שאוספים חובבים מתנדבים. להלן סיכום פתרונות שיושמו במיזמים שונים והדגמה של שש שיטות להפקת נתונים באיכות גבוהה במיזמים של מדע אזרחי<sup>[5]</sup>:

- א. פיתוח הדרגתי של משימות שהמשתתפים מתבקשים לסייע בהן (תהליך זה מבטיח יצירת משימות שמתנדבים יכולים לבצע בהצלחה ללא בלבול וללא טעויות שיטתיות);
- ב. הדרכה והכשרה של המתנדבים ובחינת מיומנותם;
- ג. שימוש בציוד סטנדרטי ומכיל;
- ד. אימות הנתונים הנאספים על-ידי מומחים;
- ה. שכפול המשימות על-ידי מספר מתנדבים;
- ו. שימוש בחוק המספרים הגדולים או מתן משקל גדול יותר לדיווחים של מתנדבים בעלי ניסיון להפחתת הטיות וטעויות אקראיות של מתנדבים.



משפחה סופרת ציפורים במסגרת מיזם 'ספירת הציפורים הגדולה' [פארק רעננה, 2019]. במיזם משתמשים באלגוריתם המתריע במקרים של אי-התאמות בזמן ובמרחב של הדיווחים, וצפר מנוסה עובר על כלל הדיווחים | צילום: שלומית ליפשיץ

## מקורות

ראו נספח 1 באתר כתב העת.