



שימוש בתְּנִשְׁמוֹת כמדבירות ביולוגיות בחקלאות

Yossi Leshem^{1,2*}

¹בית הספר לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב
²החברה להגנת הטבע

סוקרים צעירים

MAOR
גיל: 13



מכרסמים מהווים סכנה לגידולים חקלאיים. פתרון הדברת המכרסמים שהיה בשימוש עד כה פוגע במערכות האקולוגיות: באדם; בחיות הבר; בציפורים הנודדות ובסביבה. לפיכך אנו מציעים פתרון הדברה ביולוגית באמצעות תְּנִשְׁמוֹת התְּנִשְׁמֵת (Tyto alba) היא דורס לילה הנפוץ כמעט בכל רחבי העולם, ניזונה בעיקר בשדות חקלאיים, ומתמחה בעיקר בדריסת מכרסמים. זוג תנשמות מחסל בשנה 2,000-6,000 מכרסמים, ומציע תחליף להדברה קונבנציונלית. המִיזָם להדברה באמצעות תנשמות החל בישראל בשנת 1983, בשדות קיבוץ שדה אליהו שבצפון, עם הצבֵת 14 תיבות קינון. כיום, מוצבות כ-5,000 תיבות קינון ברחבי ישראל, והשימוש בחומרי הדברה הפוגעים בסביבה פֶּחַת ביותר מחמישים אחוזים. בשנת 2002 הצטרפו למיזם הירדנים והפלסטינים; בשנת 2015 הקפריסאים והיוונים; בשנת 2021 המרוקאים, וגם האמירויות מתכננות להצטרף בקרוב. זהו מפעל ייחודי לסביבה בריאה יותר ברמה בין-לאומית, המשמש פלטפורמה לקֶשֶׁר בין עמים; חקלאים; חוקרים ואנשי שמירת טבע.

הצורך בחומרי הדברה

הנוף הטבעי של ארץ ישראל מעוצב זה אלפי שנים בד בבד עם התפתחות החקלאות בארץ [1], עד כי במקומות מסוימים אין להבחין בין נוף טבעי ובין נוף מעשה ידי אדם. בעשרות השנים האחרונות עברה ישראל תהפוכות רבות, והייתה מאזור סֶפֶר ים-תיכוני למדינה מודרנית, אחת מהצפופות בעולם המערבי. בשל הצורך לְקַיֵּם את האוכלוסייה ולגָשֵׁר על הפער בין מדינתנו ובין העולם המערבי, התפתחה כאן חקלאות אינטנסיבית, מודרנית, יעילה וכלכלית. כפי שקרה במדינות רבות במערב, גם בישראל תהליך זה היה כרוך בנייתוק החקלאות מהסביבה הטבעית שבה היא מתקיימת (בעמק בית שאן ועמק יזרעאל, למשל), ובפגיעה משמעותית במערכות טבעיות. אחד הטעמים לכך היה ההכרח הבלתי נמנע להשתמש בחומרי הדברה, שכן הסביבות החדשות שהִתְחַלּוּ לשַׁמֵּשׁ לחקלאות היו מלאות במזיקים אשר איימו לפגוע בגידולים.

מראשיתו של עידן המודרנית החד-ענפית מונוקולטורית החל מאבק מתמשך ומתיש במזיקים-חסרי חוליות וחולייתנים כאחד. על שטחים של עשרות אלפי דונם גודלו גידולים אחידים כגון חיטה; אֶקְסֶפֶט (עשב ממשפחת הקטניות המשמש כמרעה להזנת בהמות); כותנה ועצי פרי. בד בבד התרבו מאוד אוכלוסיות המכרסמים המזיקים.

השימוש המזיק בחומרי הדברה

שימוש מוגבר בחומרי הדברה שפותרו במאה הקודמת, גורם לנזקים חמורים ביותר ופוגע במערכות אקולוגיות [2]. כך, בין השאר, חומרי הדברה מסוימים פוגעים בבעלי חיים שאינם המטרה (non-target); חִלְקֵק מהרעלים מחלחלים לקרקע, לְמִי התהום, פוגעים באיכותם וְמִסְכְּנִים את בריאות האוכלוסייה המשתמשת במים הללו; ישנם רעלים הנספגים בצמח, ירק או פרי וְמִסְכְּנִים את הניזונים מהם באופן ישיר או עקיף-פְּרוֹת ניזונות ממספוא שרוסס, וחומרים רעילים יגיעו לאדם דרך החלב שלהן. כמו כן, חומרי הדברה מסוימים אינם מתפרקים במהירות מספקת. האורגניזם (יצור חי) שהורעל באמצעותם נטרף, וגורם להרעלה מְשֻׁנֵּית של הטורף בשל שאריות חומרי הדברה שלא התפרקו, בכמות גבוהה. במקומות רבים הרעלות משניות גרמו להשמדת אוכלוסיות שלמות של דורסי יום, דורסי לילה וציפורים אחרות. הנזק לאוכלוסיית דורסי הלילה היה מצער במיוחד משום שדורסים אלה הם האויבים הטבעיים של המכרסמים. הדבר נכון בפרט לתנשמות, שהמכרסמים מהווים 95 אחוז ממזונן. לסביבה ולחי נגרמו אפוא נזקים כבדים, חלקם נזקים שאין להם תְּקֵנָה.

כיצד נרתמו התנשמות לתועלת החקלאות?

השימוש בתנשמת להדברת מכרסמים צמצם משמעותית את השימוש בחומרי הדברה רעילים להשמדת מכרסמים בשטחים החקלאיים בישראל. נוסף על היתרונות הסביבתיים הברורים, שימוש בתנשמות תורם להקטנת עלויות הגידול, ומביא לחיסכון ניכר בהוצאות החקלאים. בשל מיקומה הייחודי של מדינת ישראל בצומת שלוש יבשות-אירופה, אסיה ואפריקה, ארצנו היא 'צוואר בקבוק' בין-לאומי שאליו מתנקזות כמיליארד ציפורים נודדות בשנה, 500 מיליון בכל עונת מְעָבָר (סתיו ואביב, (איור 1). למרות שטחה המצומצם של מדינתנו, ניתן לצפות בה בכ-550 מיני ציפורים-מגוון מינים יוצא דופן יחסית לגודלה.

החקלאות המודרנית החד-ענפית מונוקולטורית (Modern single-branch agriculture)

פיתוח שטחי חקלאות נרחבים על אלפי דונמים בגידול אחד זהה (כמו אספסת; חיטה; כותנה; מטעים). זאת בניגוד לתקופות קדומות שבהן גידלו על שטחים מצומצמים מגוון מיני גידולים יחד.

חסרי חוליות (Invertebrates)

קבוצת בעלי החיים שאין להם עמוד שדרה שיתמוך בגוף, כפי שקיים אצל האדם. החרקים הם דוגמה לחסרי חוליות.

חולייתנים (Vertebrates)

קבוצת בעלי החיים בעלי עמוד שדרה שיתמוך בגוף. לקבוצה זו משתייכים היונקים, בכלל זה האדם, לצד הִדְגִים והעופות.

תנשמת (Barn owl)

מדורסי הלילה, משפחת הינשופיים, דורסת מכרסמים. ראשה שטוח מְלֻפְּנִים, המקור החזק והעיניים ממוקמים על 'דיסק' ששוליו בצורת לב-מקנה ראייה תלת-ממדית. הִפְּנִים כאפרכסת גדולה הִמְתַעֵלֶת גלי הקול לפתחי האזניים, לכן חוש שמיעתה מפותח. לרגליה הגבוהות טְפָרִים חדים המשמשים לדריסת טרפה.

ישראל מוכרת ברחבי העולם בעיקר בהיבטי המורשת ההיסטורית והארכיאולוגית, אך נושא הצפרות הוא לא פחות ייחודי ובלוט בה. מטרתו העיקרית של מיזם התנשמות שאנו מובילים זה 40 שנים, הייתה ועודנה להפחית במידה ניכרת את השימוש בחומרי הדברה, ולהקטין את הפגיעה הנגרמת בעקבותיהם לאדם, לסביבה ולעולם החי.

איור 1

ישראל כצומת נדידה בין-לאומי. פעמיים מדי שנה חולפות מעל ארצנו כמיליארד ציפורים-500 מיליון בכל עונת מעבר. מקרא צבעים: בורדו-דרך המזרח התיכון; אדום-דרך ספרד-מרוקו; ירוק-דרך איטליה-תוניסיה.



איור 1

הדברה ביולוגית

(Biological pesticide)

התערבות יזומה של האדם במערכת אקולוגית, להשגת שליטה על אוכלוסיית המזיק באמצעים אקולוגיים וביולוגיים (הדברה באמצעות יצורים חיים). נחיצותה עלתה בשנים האחרונות עקב התגברות המודעות לצורך בצמצום השפעת האדם בחקלאות, שם נעשה שימוש נרחב בהדברת מזיקים ומחלות, הפוגעת באדם ובסביבה.

הרעיון להשתמש בתנשמות כאמצעי **הדברה ביולוגית** ידיוותי לסביבה עלה בשנות ה-70 של המאה ה-20. מאחר שתנשמות אינן בונות קינים בעצמן, החליטו הוגי הרעיון לספק לתנשמות הבר קינים מלאכותיים בתיבות קינון שיוצבו בשטחים חקלאיים. בכך כיוונו להגדיל את אוכלוסיית התנשמות הטבעית, ולכוונה לצוד בסביבה הרצויה לחקלאים.

התפתחות המיזם בישראל

ראשיתו של מיזם התנשמות בניסיון שנעשה בעמק החולה, שבצפון ארץ ישראל. תמותת אלפי ציפורים נודדות בעקבות הרעלת מכרסמים קטנים בשם נְבָרְנִים, הביאה ב-1982 את פרופ' היינריך מנדלסון ז"ל מאוניברסיטת תל אביב, פרופ' איתן צ'רנוב ז"ל מהאוניברסיטה

העברית בירושלים ואנוכי, אז איש החברה להגנת הטבע, להעלות הצעה לשימוש בשיטה זו. אלא שבניתיים פרצה מלחמת לבנון הראשונה, החקלאים והחוקרים גויסו, יהודה וייס, אחד ממובילי המיזם, נפל בקרב, התנשמות הורעלו ומתו, והניסיון נכשל.

הניסיון הבא נעשה בקיבוץ שדה אליהו שבעמק בית שאן בצפון הארץ, העוסק בחקלאות ידידותית לסביבה. בשנת 1983 [3] הוצבו 14 תיבות קינון בשדות האורגניים של הקיבוץ, בקרם (מטע לגידול עצי פרי מסוגים מסוימים) ובאספסת. בהמשך נוספו כ-50 תיבות קינון, ושדות הקיבוץ היו למעבדת שדה למדענים. אלה חקרו את היחסים שבין טורף לנטרף; ניתחו את הֶצְנָפוֹת ולמדו על טווחי התנועה של התנשמות; על הקֶשֶׁר שבין הֶצְלַחַת הקינון לגודל אוכלוסיית המכרסמים בשדות, ועוד. מחקרים אלו העמיקו מאוד את הידע על אודות התנשמות, ושיפרו את הטיפול בהן.

מהמחקרים עלה כי זוג תנשמות מחסל עם גוזליו 2,000-6,000 מכרסמים בשנה (איור 2). מסקנת החוקרים הייתה כי התנשמת היא תחליף ראוי לחומרי ההדברה הרעילים, והשימוש בה משתלם כלכלית לחקלאים. בשלב הבא הורחב מיזם התנשמות לכל עמק בית שאן וכן לחבל לכיש שבשפלה הגבוהה. בשנת 2008 הוכרז הפרויקט כמיזם לאומי. נבנתה תשתית להרחבת הפריסה של תיבות הקינון בשטחים החקלאיים בכל רחבי הארץ, מקו באר שבע צפונה. מ-730 תיבות קינון בשנת 2008 הגענו לכ-5,000 תיבות בשנת 2019.

איור 2

תנשמת מביאה נברן לגוזליה בתיבת קינון. התיבה הותקנה מארגז תחמושת שתרמה התעשייה הצבאית. בשנת 1983 הוצבו בקיבוץ שדה תיבות קינון; כיום מוצבות ברחבי הארץ כ-5,000 תיבות קינון (צילום: אמיר עזר).



איור 2

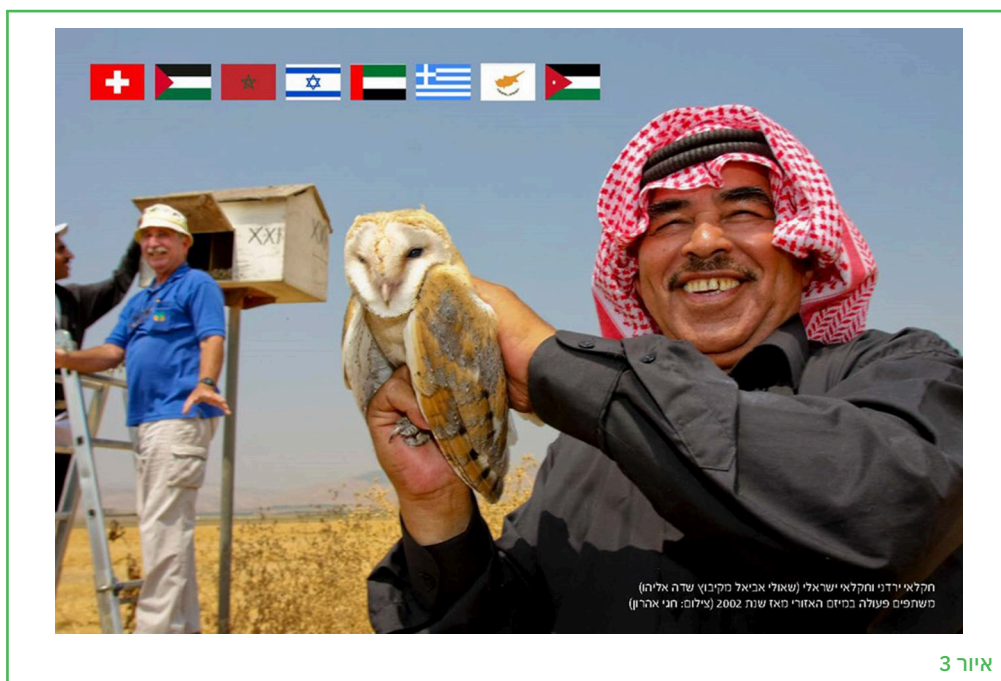
כל הנתונים השנתיים והרב-שנתיים הוזנו בתוכנת GIS (מערכת מידע גיאוגרפית), לרבות נקודת ציון של כל תיבה וההיסטוריה של ההצלחות בקינון. בד בבד פיתחנו מערך הסברה לחקלאים אשר כָּלל ימי עיון שנתיים; מפגשים אזוריים עם החקלאים; חוברות סיכום שנתיות ומצלמות מקוונות בתיבות הקינון.

שיתוף פעולה אזורי

מיזם התנשמות שבראשית דרכו נחל הצלחה מקומית, היה לסיפור הצלחה בקנה-מידה אזורי ובין-לאומי. פועלים במסגרתו בשיתוף פעולה הדוק חקלאים; אנשי שמירת הטבע ואנשי אקדמיה, וכן שלושה משרדי ממשלה: משרד החקלאות; המשרד לשיתוף פעולה אזורי והמשרד להגנת הסביבה. בשני העשורים האחרונים המיזם הורחב כפלטפורמה לשילוב כוחות עם שכניו הפלסטינים והירדנים, והוא פועל גם בימים של עימותים פוליטיים [4] (איור 3).

איור 3

המיזם האזורי. חקלאי ירדני (אבו נור) וחקלאי ישראלי (שאול אביאל מקיבוץ שדה אליהו) משתפים פעולה במיזם האזורי מאז שנת 2002. על גבי התמונה מופיעים כל דגלי המדינות המשתתפות במיזם (צילום: חגי אהרון).



איור 3

שיתוף הפעולה האזורי בשימוש בתנשמות עבור הדברה החל עוד קודם, כאשר הפרויקט שלנו הוכרז כמיזם לאומי. ממחקרים שנערכו וממשרדי GPS (מערכת אפון עולמית) שהוצמדו לתנשמות, התברר כי הן אינן יודעות גבולות, ובמסלולי תעופתן מגיעות מישראל לירדן ולרשות הפלסטינית, ולהפך. יזמתי אפוא פגישה עם הגנרל הירדני בדימוס מנסור אבו ראשיד-דמות בולטת בכריתת הסכם השלום בין ישראל לירדן בשנת 1994, ומייסד 'מרכז עמאן לשלום ולפיתוח' לקידום שיתופי פעולה עם ישראל (ACPD), ועם עימאד אטרש, מנהל הארגון האזרחי הפלסטיני לשמירה על הטבע. קיימנו סמינרים משותפים, והמיזם הורחב לחקלאים רבים נוספים בירדן וברשות הפלסטינית [5].

הרחבת פרויקט התנשמות למיזם בין-לאומי

לאחרונה הורחב המיזם גם לקפריסין, יוון, מרוקו ואף איחוד האמירויות. זאת לצד ישראל, ירדן, שווייץ והרשות הפלסטינית שכבר לוקחות בו חלק. בשנת 2015, בעקבות ההסכמים התלת-צדדיים שנחתמו בין מנהיגי ישראל, קפריסין ויוון בנושאים שונים לרבות איכות הסביבה, יזמנו פעילות משותפת עם מדינות אלה.

בקפריסין בעיקר נפוצים מאוד ציד חיות בר וציפורים נודדות, וכן שימוש בחומרי הדברה, אך גם ביוון המצב אינו משביע רצון בהיבטים אלה. לפיכך, יצרנו קשר עם Birdlife Cyprus, ארגון קפריסאי אזרחי הדומה לחברה להגנת הטבע בישראל, ועם פרופ' קוסטס קאדיס, שר החקלאות, פיתוח הכפר והסביבה של קפריסין. השר קאדיס התלהב מהיוזמה, ורתם את רשות היערות ורשות הטבע הקפריסאיות ואת ארגון Birdlife Cyprus להקמת מיזם קפריסאי על פי הדגם הישראלי. נערכו כמה מפגשים בקפריסין ובישראל, ובהם השתתפו גם נציגים יוונים ממחוז תסאליה ביוון, שהצטרפה למיזם.

קידום מחקרי הדברה ביולוגית-בדגש על הרחבת הידע לשותפים

בשנת 2020 התחלנו מחקר חדשני ופורץ דרך המשלב מעקב אחר תנועת התנשמות באמצעות מערכת 'אטלס'. ד"ר אור שפיגל יזם והקים את המערכת בעמק המעיינות ובעמק חרוד המשתרע לצידי המערכת פותחה בישראל בשיתוף פעולה של חוקרים מאוניברסיטת תל אביב (פרופ' סיון טולדו) ומהאוניברסיטה העברית בירושלים (פרופ' רן נתן). מערכת זו מאפשרת מעקב אחר פרטים רבים, ממגוון רחב של בעלי חיים (כשמשקלו של פרט נדרש לעלות על 10 גרם), בזמן אמת, תוך קבלת רזולוציית תנועה גבוהה (מיקום מדי 4-8 שניות). יתרה מזו, היא פועלת למשך זמן רב יחסית, כתלות בגודל הסוללה (בתנשמות מדובר בתקופה של עד כשנתיים), ומחיר המשדר זול משמעותית בהשוואה לחלופות, כדוגמת משדר נקלט לוויין. מערכת 'אטלס' שבאמצעותה נערך המחקר כוללת כיום 19 תחנות בסיס, המכסות סך הכול כ-300,000 דונם שטחים טבעיים וחקלאיים; גידולי שדה; מטעים ובריכות דגים. שטחים אלה פרושים בעמק חרוד, עמק המעיינות, ובעבר הירדן המזרחי.

מתחילת המחקר, 136 תנשמות טובעו, כלומר עברו תהליך שבו טבעת קטנה המאפשרת מעקב הוצמדה לרגליה של כל תנשמת. לגב של כל תנשמת הוצמד משדר זעיר. את הפרויקט ביצע שלמה קאין, דוקטורנט בבית הספר לזואולוגיה באוניברסיטת תל אביב, בהנחייתם של ד"ר אור שפיגל, יזם המחקר, ופרופסור יוסי לשם.

הפרטים המשודרים נעקבים ברזולוציה גבוהה של זמן ותנועה (כאמור, מיקום בכל 4-8 שניות). רזולוציה זו מאפשרת אפיון מדויק של תנועת התנשמות והתנהגותן בשטח, וכל זאת תוך קבלת הנתונים בזמן אמת בשורת המחקר. אמצעים אלו מקנים לחוקרים יכולת לאתר ולאפיין שדות עתירי מכרסמים, טרם התפתחות נזקים בהיקף גדול. האפיון מתבצע על בסיס תנועת התנשמות המוקלטת ומשודרת בזמן אמת כאמור. בד בבד אמצעים אלה מאפשרים את חיזוק שיתופי הפעולה בין המדינות החברות במיזם, והדרכת חקלאים ירדנים לבצע גם בשטחיהם פעילות דומה.

תודות

המשרד לשיתוף פעולה אזרחי השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר קרן הדוכיפת, החברה להגנת הטבע קרן A. G. Leventis פיטר ונעמי נוישטר לורי קורנהאוזר (אוסטרליה) חברת הצפרות השוויצרית - ALA.

מערכת 'אטלס'

(Atlas-regional-scale tracking system)

סדרת אנטנות המחליפות את השימוש היקר בקולטני GPS הקולטים אותות מלוויינים סובבי כדור הארץ. המערכת מאתרת את המיקום המדויק של המשדרים שעל התנשמות בעזרת טריאנגולציה-איתור באמצעות הצלבת נתונים משלושה כיוונים שונים, המאפשר קבלת מיקומה המדויק.

מקורות

1. Leshem, Y. 2012. *Buma the Barn Owl: The Farmer's Friend*. Jerusalem; Tel Aviv: The Duchiiifat Foundation, the Society for the Protection of Nature, Karta and Tel Aviv University (produced in three languages: Hebrew, English and Arabic).
2. Paz, U. 1986. *Plants and Animals of the Land of Israel: An Illustrated Encyclopedia (V6: Birds)*. Tel-Aviv: Ministry of Defense/the Publishing House; Society for Protection of Nature, Israel.
3. Yom-tov, Y. 2014. *Biology of Terrestrial Vertebrates From an Israeli Perspective, Vol. C: Birds*. Raanana: Open University.
4. Glausiusz, J. 2018. Owls for peace: how conservation science is reaching across borders in the Middle East. *Nature* 554:22–3.
5. Roulin, A., Abu Rashid, M., Spiegel, B., Charter, M., Dreiss, A. N., and Leshem, Y. 2017. "Nature knows no boundaries": The role of nature conservation in peacebuilding. *Trends Ecol. Evol.* 32:305–10. doi: 10.1016/j.tree.2017.02.018

פורסם אונליין: 12 ביולי 2023

נערך על ידי: Idan Segev

מנחים מדעיים: Deborah Karaim

ציטוט: Leshem Y (2023) שימוש בתנשמות כמדבירות ביולוגיות בחקלאות. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2023.1182137-he

תורגם והתאם מ: Leshem Y (2023) Barn Owls Can Decrease Pesticide Use. *Front. Young Minds* 11:1182137. doi: 10.3389/frym.2023.1182137

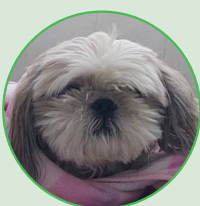
הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2023 © Leshem 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

MAOR, גיל: 13

אני גרה בראשון לציון. נהנית לקרוא על נושאים שונים, בעיקר בתחומי מדעי החברה ומדעי הרוח. אני מנויה למגזין 'אפוק', שהתוכן שלו נע מגיאופוליטיקה עד למדע וטכנולוגיה. בזמני הפנוי אוהבת ללמוד, וגם כותבת הרבה (בכיתה ג זכיתי בתחרות הכתיבה הארצית על שיר שכתבתי, ועד היום אני כותבת גם שירים).



לומדת את השפה הבינלאומית אֶסְפֶּרְנְטוֹ. כמו כן השתתפתי בקורס מקוון בנושא תורת המשחקים, ואני שמחה מאוד לקחת חלק במיזם הזה!

הכותבים

YOSSI LESHEM

לשעבר מנכ"ל החברה להגנת הטבע, פרופסור אֶמְרִיטוּס בבית הספר לזואולוגיה באוניברסיטת תל אביב, והיזם והמנהל של המרכז הבינלאומי לחקר נדידת הציפורים. פעיל רבות בתחומי החינוך והמדע ומוביל פרויקטים בשיתוף הירדנים והפלסטינים. זכה בפרסים רבים בהם אות מפעל חיים להגנה על הסביבה; פרס קרן שוברט הגרמנית עבור שמירת הטבע, ומפעל חיים מהאגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה. אב ל-5 ילדים וסב ל-8 נכדים. *yossile@tauex.tau.ac.il



מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK