



מגוון תולעי האדמה בעולם

Helen R. P. Phillips^{1,2,3*}, Erin K. Cameron³ | Nico Eisenhauer^{1,2}

¹אקולוגיית אינטראקציה ניסיונית, המרכז הגרמני למגוון ביולוגי אינטגרטיבי (iDiv), הלה-ג'נה לייפציג, לייפציג, גרמניה
²המכון לביולוגיה, אוניברסיטת לייפציג, לייפציג, גרמניה
³המחלקה למדעי הסביבה, אוניברסיטת סיינט מרי, הליפקס, נובה סקוטיה, קנדה

סוקרים צעירים

ANNA-MARIE

גיל: 16



KAYTLIN

גיל: 14



במשך עשרות שנים, מדענים ידעו היכן מצויים הכמויות הגדולים ביותר של מינים שחיים מעל לאדמה. על בסיס זה הם יצרו מפות של העולם, המציגות את הדפוסים הללו. עבור מרבית קבוצות החיות שמעל לאדמה, הכמויות הגדולות ביותר של מינים מצויים באזורים הטרופיים, ובמספרים פוחתים לכיוון הקטבים. אולם, עד לאחרונה לא הבנו דפוסים גלובליים כאלה עבור אורגניזמים רבים שחיים בתוך האדמה. תולעי אדמה מספקות לבני אדם שירותים מועילים רבים, כמו הזזת האדמות ושיפור איכותן, מה שיכול להגדיל את כמות המזון המגודל. במחקרנו החלטנו ליצור מפות גלובליות של עושר מיני תולעי אדמה. מפות אלה חשובות כדי שנבין היכן התולעים מצויות ומדוע הן חיות במקומות הללו, במטרה להגן על תולעי אדמה ועל השירותים שהן מספקות.

מיפוי חיות העולם

על פני כדור הארץ ישנם כ-150 מיליון קילומטרים רבועים של אדמה. זהו אזור גדול כל כך שקשה לדמיין אותו. עם כל כך הרבה אדמה, כיצד ניתן לדעת היכן חיות נמצאות, וכמה מהן

שמורות טבע (Nature Reserves)

אזורים שבהם חיות, צמחים
והסביבה מוגנים.

סקר (Survey)

ספירת מספר המינים או
מספר הפרטים שנמצאים
באמצעות שיטה מתאימה
עבור אותו המין.

מודלים סטטיסטיים (Statistical Models)

תהליך של ניסיון להשתמש
בגורמים ידועים דוגמת
טמפרטורה כדי לחזות גורם
שייתכן כי אין באפשרותנו
למדוד, כמו מספר מיני
תולעי האדמה.

איור 1

מינים שונים של תולעי אדמה.
ישנם 7,000 מינים מתוארים
של תולעי אדמה ברחבי
הגלובוס [1], והם שונים מאוד
בצורתם. (a) *Scherotheca*
gigas היא תולעת אדמה
שנמצאת לעיתים קרובות
בצרפת ובספרד (התמונה
צולמה על ידי
(b) *(Iñigo Virto*
Aporrectodea smaragdina
נמצאת בהרי האלפים
ובמזרח אירופה (התמונה
צולמה על ידי
(Michael Steinwandter).

שירותי מערכת אקולוגית (Ecosystem Services)

תועלות שמסופקות לבני אדם
על ידי הסביבה הטבעית
והאורגניזמים שבתוכה.
שירותים אלה עשויים לכלול
עלייה בייצור מזון, פירוק עלים
שנשרו וסיוע בשמירה על
האקלים שלנו בתצורה שבה
אנו זקוקים לו.

יש? מגוון סיבות גורמות לכך שאנו מעוניינים לדעת את מספריהן של החיות ואת הדפוסים שלהן ברחבי העולם. לדוגמה, או עשויים לרצות לדעת היכן ליצור שמורות טבע במטרה להגן על מרבית המינים, או אולי נבקש לדעת מהו הדפוס הכללי של אוכלוסיות חיות וצמחים, ואם הדפוס הזה עקבי ביחס למינים רבים שונים. יערות טרופיים למשל ידועים בכך שהם מכילים הרבה מינים שונים של ציפורים, אך האם זה נכון גם עבור חיות אחרות?

כדי ללמוד על כמות של חיות, מדענים וכן מי שאינם מדענים בדרך כלל מבצעים סקרים. במסגרת סקר סופרים את מספר המינים, או מספר הפרטים שנמצאים, באמצעות שיטה מתאימה עבור אותו המין. לדוגמה, אם ברצוננו לסקור פרפרים, נשתמש ברשת שמוחזקת ביד כדי לנסות לתפוס כמה שיותר פרפרים באמצעות שיטות עקביות, תוך סקירת אזורי אדמה מסוימים במשך פרק זמן מסוים. אולם, עריכת סקרים אורכת זמן, וגם עולה הרבה כסף. נוסף על כך אף פעם לא יהיה באפשרותנו לערוך סקר בכל מקום בעולם כולו. אם כן, כיצד אנו יודעים כמה חיות יש ברחבי העולם?

לצורך כך נוכל להשתמש במתמטיקה! בפרט, אנו יכולים להשתמש בכלי שמדענים מכנים מודלים סטטיסטיים, או רק מודלים, לשם הפשטות. במשך עשורים רבים, מדענים יצרו מודלים שמשערכים כמה מינים של ציפורים, צמחים ומינים שחיים מעל לאדמה ישנם ברחבי הגלובוס. לרוע המזל, השיטה הזו מעולם לא יושמה עבור רבים מהאורגניזמים שמתחת לרגלינו. לכן, החלטנו ליצור מודל עבור תולעי אדמה, שהן מין מגניב במיוחד (איור 1), אשר מספק לבני אדם שירותי מערכת אקולוגית רבים [1]. תולעי אדמה מסייעות לפרק עלים שנשרו כך שחומרי המזון חוזרים לאדמה; הן עוזרות ליבולים שלנו לגדול טוב יותר ומסייעות לשמור על האקלים בתצורה שבה אנו זקוקים לו. כמו כן, ביחס לאורגניזמים של אדמה, קל יחסית לסקור תולעי אדמה מאחר שאנו יכולים לראותן! מלבד זאת, ישנו די הרבה מידע זמין לגבי תולעי אדמה.



איור 1

פיתוח מודל להבנת תבניות גלובליות של תולעי אדמה

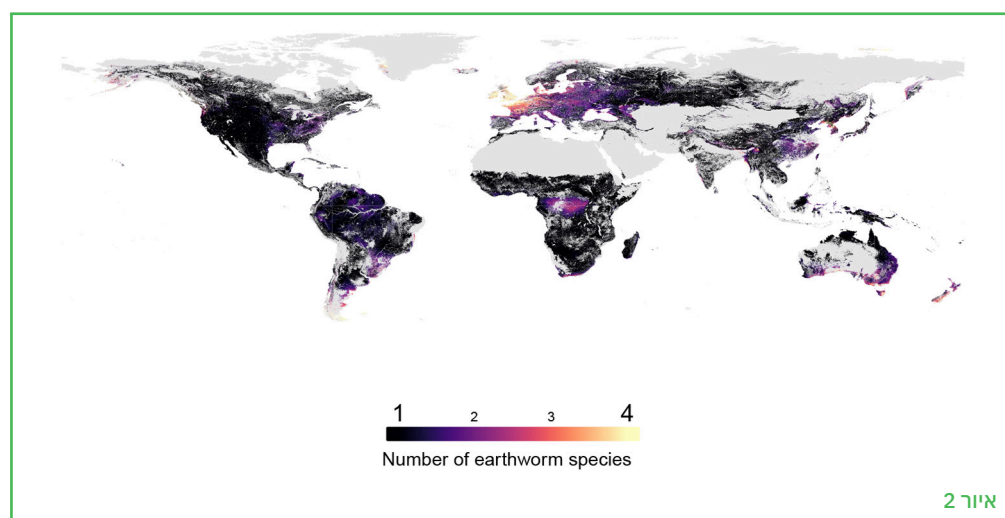
כדי ליצור מודל להערכת מספר תולעי האדמה ברחבי העולם [2], היינו זקוקים לנתונים מפורטים על אורגניזם זה. נתונים על תולעי אדמה כוללים את כמויות מיני תולעי האדמה שנאספו באמצעות סקרים. אדם אחד אינו יכול לסקור הכול, ורצינו לקבל סקרים רבים ככל הניתן ברחבי הגלובוס. לכן, ביקשנו ממדענים רבים אחרים לשלוח לנו נתונים מהסקרים

שערכו. פְּיִנּוּיִלְמִדְעָנִי תוֹלְעֵי אֲדָמָה שֶׁהֵכֵרְנוּ, או שֶׁכֵּבֵר פִּרְסָמוֹ אֶת סִקְרֵיהֶם בְּעִיתוֹנִים מִדְעִיִּים. כֹּאשֶׁר מִדְעָנִים מִפְרָסְמִים מֵאֲמֵרִים, הַנְתוֹנִים שֶׁלָּהֶם תְּמִיד נִבְדָּקִים וּמְבֻקָּרִים עַל יְדֵי מִדְעָנִים אֲחֵרִים, לִכֵּן הֵינּוּ בְטוּחִים בְּאֲמִינּוֹת הַנְתוֹנִים, בִּפְרֵט אֵלֶּה שֶׁכֵּבֵר נֹתָחוּ וּפּוֹרְסָמוֹ. לְעִיתִים קְרוֹבוֹת הַסִּקְרִים בּוֹצְעוּ בְּאֲמֻצָּעוֹת שִׁטוֹת מַעַט שׁוֹנוֹת, אֹלֶם מִדְעָנִים רַבִּים פְּשׁוּט חִפְרוּ חוֹר מְרוֹבַע בְּאֲדָמָה, חִפְּשׁוּ בּוֹ תוֹלְעֵי אֲדָמָה וּסְפְרוּ אֶת מִסְפַּר מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה שֶׁמִּצְאוּ. סֶךְ הַכּוֹל, אֲסַפְנוּ נִתּוּנִים מִ-180 חוֹקְרִים בְּרַחְבֵי הַגְּלוֹבוּס, שֶׁהִכִּילוּ יוֹתֵר מִ-9,000 סִקְרִים שֶׁל תוֹלְעֵי אֲדָמָה.

מִסְפַּר מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה שֶׁמִּדְעָנִים סְפְרוּ בְּסִקְרֵיהֶם נֶעַ בֵּין אֶפֶס מִיְנִים בְּכֹמָה סִקְרִים עַד ל-12 מִיְנִים שֶׁנִּמְצְאוּ בְּסִקְרִים אֲחֵרִים. הֵינּוּ זְקוּקִים גַּם לְמִידַע עַל אֲקֵלִים, לְדוֹגְמָה הַטְּמַפְרָטוּרָה וְכִמּוֹת הַמְשַׁקְעִים, וְלְמִידַע עַל הָאֲדָמָה, כְּמוֹ לְמִשְׁלַל רֵמַת חוֹמְצִיּוֹת (pH) בְּמִיקוֹם שֶׁבוֹ נֶעֱרַךְ כָּל סִקֵּר. אֶת סוּגֵי הַמִּידַע הָאֵלֶּה קִיבְּלָנוּ מִמֵּאֲגָרֵי נִתּוּנִים פְּתוּחִים.

בְּסוּפּוֹ שֶׁל דְּבַר, בְּמוֹדֵלִים נַעֲשֶׂה שִׁימוּשׁ בְּגוֹרָם מְסוּיָם, כְּמוֹ אֲקֵלִים וְרֵמַת חוֹמְצִיּוֹת שֶׁל הָאֲדָמָה, בְּמִטְרָה לְשַׁעֲרֵךְ אֶת מִסְפַּר מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה בְּאֲזוֹר מְסוּיָם. כְּדֵי לְהִבִּין כִּיצַד הַמוֹדֵלִים פּוֹעֵלִים, דְּמִינֵנוּ אֶת הַתְּרַחֵישׁ הַזֶּה: אֲנוּ סוֹקְרִים חוֹפִים רַבִּים וְשׁוֹאֵלִים מוֹכְרֵי גְלִידָה כְּמָה גְבִיעֵי גְלִידָה הֵם מְכֹרִים. לְאַחַר מִכֵּן, אֲנוּ מְקַבְּלִים מִידַע עַל הַטְּמַפְרָטוּרָה הַמְמוּצָעַת בְּכָל חוֹף. אֲזִי, אֲנוּ יוֹכֵלִים לִיצוֹר מוֹדֵל שֶׁמְרָאָה כִּיצַד הַטְּמַפְרָטוּרָה מְשַׁפִּיעָה עַל מִסְפַּר גְּבִיעֵי הַגְּלִידָה שֶׁנִּמְכָּרִים בְּכָל חוֹף. כְּפִי שֶׁאַתֶּם עֲשׂוּיִים לְצַפּוֹת, כֹּכֵל שֶׁהַטְּמַפְרָטוּרָה חֲמוּת יוֹתֵר, כֵּךְ נִמְכָּרֵת יוֹתֵר גְּלִידָה. בְּאֲמֻצָּעוֹת הַמוֹדֵל הַזֶּה, בִּיכּוֹלְתָנוּ לְהַעֲרִיךְ כְּמָה גְבִיעֵי גְלִידָה יִימְכָרוּ בְּחוֹפִים שֶׁבָּהֶם אֵין בְּאֲפְשָׁרוֹתָנוּ לְעֵרוֹךְ סִקֵּר. עֲבוּר תוֹלְעֵי אֲדָמָה, אֲנוּ יוֹכֵלִים לַעֲשׂוֹת מִשְׁהוֹ דוֹמָה כְּדֵי לְבַחֹן אִם מִסְפְּרֵי הַמִּיְנִים שֶׁנִּמְצְאוּ בְּסִקְרִים מְשֻׁתָּנִים בִּיחַס לְגוֹרָם סְבִיבֵיתִי כְּמוֹ טְמַפְרָטוּרָה.

מוֹדֵל תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה שֶׁפִּתְחָנוּ מְכִיל פְּרִטִּים רַבִּים לְגַבֵּי הַסְּבִיבָה – 12 מְשֻׁתָּנִים שׁוֹנִים בְּסֶךְ הַכּוֹל – אֵךְ הַעִיקָרוֹן הַבְּסִיסִי נוֹתֵר זֶהָה. 12 פְּרִיטֵי הַסְּבִיבָה כּוֹלְלִים מִידַע לְגַבֵּי הָאֲדָמָה; סוּג הַצְּמַחִיָּה שֶׁמְכַסֶּה אֶת הָאֲדָמָה וְהָאֲקֵלִים. בְּאֲמֻצָּעוֹת הַמוֹדֵל שֶׁלָּנוּ, הַעֲרַכְנוּ כְּמָה מִיְנֵי תוֹלְעֵי אֲדָמָה יִשְׁנֵם עֲבוּר כָּל הַמְקוֹמוֹת בְּעוֹלָם, וְיִצְרָנוּ מִפֶּה מִתְאִימָה (אִיּוֹר 2).



רמת חומציות (pH)

קִנְהַ הַמִּידָה שֶׁמִּשְׁמַשׁ לְצִיּוֹן מִידַת הַחוֹמְצִיּוֹת אוֹ הַבְּסִיסִיּוֹת (אֲלֵקְלִיּוֹת) שֶׁל מִשְׁהוֹ. כֵּךְ, מִיץ לִיְמוֹן הוּא חוֹמְצִי וְסוּדָה לְשִׁתְיָהּ הִיא בְּסִיסִית.

איור 2

מִסְפַּר מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה בְּרַחְבֵי הָעוֹלָם, שֶׁנּוֹצַר עַל יְדֵי שִׁימוּשׁ בְּמוֹדֵל שֶׁלָּנוּ. סֶךְ הַכּוֹל, שִׁימוּשׁ בְּמוֹדֵל שֶׁלָּנוּ. 180 חוֹקְרִים סִיפְקוּ נִתּוּנִים מִקְצַת יוֹתֵר מִ-9,000 סִקְרִים. נִתּוּנֵי הַסִּקְרִים שׁוֹלְבוּ עִם נִתּוּנִים עַל הַסְּבִיבָה, כְּמוֹ רֵמַת הַחוֹמְצִיּוֹת, כֵּךְ שִׁיכּוֹלְנוּ לְחַזוֹת אֶת כִּמּוֹת מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה בְּרַחְבֵי הָעוֹלָם – אִפִּילוּ בְּמִקְוֹמוֹת שֶׁבָּהֶם לֹא נֶעֱרַכוּ סִקְרִים. בְּדֶרֶךְ כָּלֵל, מִסְפַּר מִיְנֵי תוֹלְעֵי הָאֲדָמָה נֶעַ בֵּין 1 (אֲזוּרִים הַמוֹפִיעִים בְּמִפְּהָ בְּסִגּוֹל כָּהֵה) ל-4 (אֲזוּרִים הַמוֹפִיעִים בְּמִפְּהָ בְּצִהוּב בְּהִיר). אֲזוּרִים שֶׁנִּמְצְאוּ בְּאֲקֵלִים מְמוּזָּגִים, כְּמוֹ לְמִשְׁלַל אִירוּפָה, הִכִּילוּ אֶת מִסְפַּר מִיְנֵי הַתוֹלְעִים הַגְּדוֹל בְּיוֹתֵר (מוֹצָגִים בְּמִפְּהָ בְּגוֹוִינִים שֶׁל צִהוּב).

מה גילינו על תולעי אדמה?

כפי שציינו בתחילת המאמר, בדרך כלל אנו מצפים שבאזורים הטרופיים יהיו הכמויות הגדולות ביותר של מינים. הסיבה לכך היא שבדרך כלל אנו מוצאים יותר מינים במקומות שבהם הטמפרטורות גבוהות יותר. אולם, המפות שלנו מראות שאין זה המקרה עבור תולעי אדמה. המודל שפיתחנו מצביע על כך שלו הייתם עורכים סקר באזור הטרופי וסקר נוסף באזור אקלים ממוזג, הייתם מוצאים יותר מיני תולעים באזור המתון.

אזור אקלים ממוזג (Temperate Region)

קווי הרוחב האמצעיים של כדור הארץ, אשר נפרשים בין האזורים הטרופיים לאזורי הקוטב. באזור המתון לרוב יש עונות מובחנות יותר (אביב, קיץ, סתיו וחורף) בהשוואה לאקלים טרופיים.

הסיבה לכך היא שישנם היבטים רבים של הסביבה אשר משפיעים על מספר מיני תולעי האדמה שנמצאים בסקר. אף על פי שהאדמה חשובה, מצאנו שהאקלים (לדוגמה, הטמפרטורה וכמות הגשם) היה הגורם החשוב ביותר בקביעת מספר המינים. מאחר שתולעי אדמה מעדיפות לחיות בלחות ובתנאים חמים, האזור הממוזג הרבה יותר מתאים עבורן. ישנם יותר מינים של תולעי אדמה במקומות שבהם תנאי הסביבה אידיאליים. כל עוד הסביבה אינה קיצונית, כלומר יבשה מדי, לחה מדי, חמה מדי או קרה מדי, סביר מאוד שיהיו בה תולעי אדמה. חלק ממיני תולעי האדמה עשויים לאהוב תנאים שהם מעט שונים ממרבית תולעי האדמה האחרות. לחלופין, חלק ממיני תולעי האדמה עשויים להסתגל לחיים באזורים שהם פחות אידיאליים, מאחר שבאזורים אלה ישנם פחות מינים שמתחרים על מזון, לדוגמה, אך זהו תחום שמדענים עדיין חוקרים.

מודלים של תולעי אדמה יכולים להרחיב את מאמצי השימור

תולעי אדמה חשובות מאוד עבור שירותי מערכת אקולוגית רבים שבני אדם זקוקים להם, כמו הגדלת ייצור המזון. עם הידע החדש שנצבר מהמודל שלנו, אנו מקווים שתולעי אדמה ילקחו בחשבון כעת במסגרת השיקולים, כשמדענים ואנשי שימור מתכננים יצירת שמורות טבע. בדרך כלל, שמורות טבע מוקמות בהתבסס על מספר המינים של צמחים או של אורגניזמים שחיים מעל לאדמה. אולם, מאחר שבאזורים הטרופיים אין כמות גדולה של מיני תולעי אדמה (שלא כמו הרבה צמחים וחיות אחרים מעל לאדמה), אנו צריכים לחשוב על תולעי אדמה ועל אורגניזמים אחרים של האדמה בנפרד, ובאופן פוטנציאלי להקים שמורות טבע עבורם בלבד.

נוסף על כך מאחר שמצאנו כי אקלים הוא ההיבט הראשי בסביבה שקשור בכמות של תולעי האדמה, העובדה שהאקלים שלנו משתנה היא מטרידה. מחקרנו העתידי יבסס את האופן שבו מספרי תולעי האדמה משתנים כאשר האקלים משתנה, מאחר שחלק מהמינים עשויים להגיב באופן חיובי לשינויים באקלים, בעוד שאחרים לא. אנו צריכים להבין כיצד שינויי אקלים ישפיעו על תולעי אדמה ועל אורגניזמים אחרים באדמה, כך שנוכל להגן על האורגניזמים בעלי הערך האלה לעתיד.

מאמר המקור

Phillips, H. R. P., Guerra, C. A., Bartz, M. L. C., Briones, M. J. I., Brown, G., Crowther, T. W., et al. 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science* 366:480–5. doi: 10.1101/587394

מקורות

1. Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J. L., et al. 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: 10.2788/2613
2. Phillips, H. R. P., Guerra, C. A., Bartz, M. L. C., Briones, M. J. I., Brown, G., Crowther, T. W., et al. 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science* 366:480–5. doi: 10.1101/587394

פורסם אונליין: 05 ביולי 2023

נערך על ידי: Vishal Shah

מנחים מדעיים: Francesco Catania | Irina Moshkova

ציטוט: Phillips HRP, Cameron EK | Eisenhauer N (2023) מגוון תולעי האדמה בעולם Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.547660-he

תורגם והותאם מ: Phillips HRP, Cameron EK and Eisenhauer N (2021) Earthworms of the World. Front. Young Minds 9:547660. doi: 10.3389/frym.2021.547660

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

זכויות יוצרים © 2021 © Phillips, Cameron | Eisenhauer 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). 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

ANNA-MARIE, גיל: 16

המקצוע האהוב עליי הוא מתמטיקה, ואני אוהבת בִּינְיָקָה (חקירת פתרון בעיות הנדסיות באמצעות מודלים ביולוגיים). בעתיד ארצה לעבוד על חומרים חדשים. אני סקרנית לגבי התעלומות של היקום – יש כל כך הרבה מה לגלות!

KAYTLIN, גיל: 14

אני תלמידת שנה ראשונה בתיכון שאוהבת לטייל ולחקור תרבויות ודברים שונים. בזמני הפנוי אני קוראת, מתאמנת באומנויות לחימה, מלמדת את עצמי יפנית, או מבטאת את היצירתיות שלי בכתיבת סיפורים, ציור, או צילום.



הכותבים



HELEN R. P. PHILLIPS

הלן תמיד אהבה חיות, אך מעולם לא ממש אהבה לבצע עבודת שטח. היא המשיכה ללמוד על אקולוגיה, ובסופו של דבר הבינה ששימוש בבסיסי נתונים גדולים וביצוע עבודה מבוססת-מחשב, כמו תכנות, הם התחומים שמעניינים אותה. מאז, הלן מתמקדת במאגרי נתונים גלובליים של מגוון ביולוגי, ומשתמשת בהם במטרה לחקור היכן מגוון ביולוגי נמצא בעולם, וכיצד פעילויות של בני אדם עשויות להשפיע על דפוסים גלובליים. לאחרונה, עבודתה כללה תולעי אדמה ומגוון ביולוגי אחר של האדמה. כשאינה עובדת, הלן אוהבת לשחק במחשב ובמשחקי לוח, לתפור, ליצור מוזיקה ולשחק עם ארנב המחמד שלה. *helen.phillips@smu.ca



ERIN K. CAMERON

כילדה, אָרִין נהנתה לשחק בחוץ ואהבה מדע, אך לא שקלה להיות ביולוגית. בסופו של דבר, היא החלה לסייע במחקר שבחן כיצד פעילויות של בני אדם משפיעות על ציפורי שיר, וזה היה מרתק עבורה. כאשר החלה לעבוד על אורגניזמים של אדמה והבינה כמה עדיין לא ידוע לגביהם, השתכנעה בכך שהיא רוצה לחקור אקולוגיה. כעת היא חוקרת כיצד פעילויות אנושיות משפיעות על מגוון ביולוגי באדמה ועל תפקוד של מערכות אקולוגיות. בזמנה הפנוי אָרִין נהנית לעשות סקי, לרכוב על אופניים ולשוט בקיאק.



NICO EISENHAUER

מאז ילדותו המוקדמת ניקו התעניין בטבע. הוא חפר כדי למצוא תולעי אדמה, לכד צפרדעים ודגים וסייע ללטאות לשרוד את חודשי החורף. תמיד היה מרותק מיופיו של הטבע, ומונע על ידי שאלות כמו מדוע מינים מסוימים של צמחים או חיות נמצאים במקום אחד, אך לא באחר. במהלך לימודי הביולוגיה שלו, גילה עניין בתולעי אדמה ובפעילויות החשובות שלהן, שחיוניות לתפקוד מערכות אקולוגיות. כשאינו בעבודה, ניקו אוהב לשחק כדורגל ובדמינטון, לרוץ ולבלות זמן עם משפחתו וחבריו.

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