



האם אנו יכולים להציל את ה"חיה" על ידי שימור ה"יפה"?

Felix Gottschall^{1,2*}, Erin K. Cameron³, Inês S. Martins⁴, Julia Siebert^{1,2}, Nico Eisenhauer^{1,2}

¹אקולוגיית אינטראקציה ניסיונית, המרכז הגרמני לחקר מגוון ביולוגי אינטגרטיבי (iDiv) הלה-ג'נה-לייפציג, לייפציג, גרמניה

²המכון לביולוגיה, אוניברסיטת לייפציג, לייפציג, גרמניה

³המחלקה למדעי הסביבה, אוניברסיטת סיינט מרי, הליפקס, קנדה

⁴המחלקה לביולוגיה, מרכז לברהולם למגוון ביולוגי אנתרופוקני, אוניברסיטת יורק, יורק, בריטניה

סוקרים צעירים

ANHAD

גיל: 11



ASHIMA

גיל: 12



קיום מגוון מינים על כדור הארץ הכרחי לבריאות בני האדם ולכלכלתם, לכן יוסדו אזורי שימור ברחבי העולם. מאמצי השימור האלה מתמקדים בעיקר ב"יפות" – חיות כמו פנדות או פנתרים. מינים רבים אחרים אינם כה נחשקים, ולכן הם נחשבים רק ל"חיות". "חיות" רבות חיות חיים בלתי נראים באדמה, אולם הן חשובות להפליא לאנושות. אנו שאלנו האם מאמצי השימור הנוכחיים שמתבססים על הצלת חיות "יפות" יכולים לסייע להגן באופן אוטומטי על "חיות"? במילים אחרות, האם ישנו מגוון ביולוגי גדול באדמה במקומות עם מגוון ביולוגי גדול מעל לאדמה? מיפיו מגוון ביולוגי מעל לאדמה ומתחתיה ברחבי העולם, ומצאנו שישנם אזורים רבים שבהם המגוון הביולוגי מעל האדמה גדול, ואלו המגוון הביולוגי מתחת לאדמה קטן, או להפך. התוצאות שלנו מציעות כי שימור של "יפות" עשוי שלא להספיק כדי להגן על "חיות". לכן, כשאנו מתכננים אזורי שימור חדשים, עלינו להביא בחשבון גם את החיים שמתחת לאדמה.

מה הטבע מספק ומדוע אנו זקוקים לו?

כאשר מטיילים בטבע או צועדים בפארק, ישנם הרבה חיות וצמחים שונים לגלות. ציפורי שיר, דבורים מזמזמות וצמחים נאים, ואנו נהנים מהם. יתרה מזו, הם מספקים תפקודים חשובים למערכת האקולוגית שלנו, ושירותים עבורנו בני האדם (שנקראים **שירותי מערכת אקולוגית**). למשל, ציפורים יכולות לווסת מזיקים כמו כנימות, וצמחים מספקים לנו את החמצן שאנו צריכים וכן מייצרים מזון, בסיוען של דבורים שמפזרות אבקנים. כמותם והיקפם של התפקודים והשירותים של המערכת האקולוגית תלויים מאוד במגוון מיני הצמחים והחיות. המגוון הזה נקרא **מגוון ביולוגי** [1].

הרבה מיני צמחים וחיות ברחבי העולם מאוימים על ידי פעילויות אנושיות. חקלאות גוברת, כריתת יערות ושינויי אקלים כתוצאה משימוש עודף בדלקי מאובנים, הובילו ל**היכחדות** חלק מהמינים [2]. אובדן המינים הזה מדאיג לא רק מטעמים של **ערך אינטרינזי** של הטבע, אלא גם מאחר שאנו תלויים בשירותים של הטבע. עם אובדן מתמשך של מינים, לא רק חלק מיפי הטבע נאבד, אלא גם הרבה מתפקודיו שהכרחיים לחיים אנושיים בכדור הארץ [3].

הגנה על יפי הטבע ועל שירותיו

באמצעות הגנה אקטיבית על אזורים מסוימים בעולם [4], אנו תומכים במינים שנמצאים בסכנה, ומשמרים אותם ואת שירותיהם עבורנו ועבור הדורות הבאים. כשאנו מחליטים על אילו אזורים להגן, לעיתים קרובות אנו בוחרים אזורים עם חיות "יפות", כריזמטיות ומובחנות במיוחד, כמו למשל פנדות, פנתרים, או נשרים זהובים. המינים האלה זקוקים תכופות לאזור מחיה גדול ואיכותי, וחיים באזורים שמכילים מגוון ביולוגי גדול של מינים נוספים. באמצעות הגנה על ה"יפות" האלה, מניחים שהרבה חיות וצמחים קטנים אחרים מוגנים ומטופלים אף הם באופן אוטומטי. אנשים מוכנים להשקיע יותר כסף ב"יפות", מאחר שכולם מכירים ואוהבים אותן. מי לא אוהב לצפות בפנדה מתגלגלת ביער?

החיות שמתחתינו, ומדוע לעיתים קרובות לא שמים לב אליהן

כל מי שעשו עבודת גינון, או חקרו את האדמה שמתחתם, יודעים שהטבע מספק מקלט ליותר מינים ממה שאנו מסוגלים לראות במבט ראשון. מתחת לרגלינו ולרגליהן של הפנדות, חיה קהילה נסתרת של תולעי אדמה, נמלים, עכבישים, קפזנבאים, נדלים וחיפושיות. אם נתבונן מקרוב יותר, באמצעות מיקרוסקופ, נראה שיש באדמה חיידקים ופטריית זעירים. כמו ציפורים, פרחים ודבורים, כל המינים שנמצאים מתחת לאדמה ממלאים תפקודים ושירותים חשובים. לדוגמה, פטריות ונדלים מעכלים מזון ועלים, ומספקים חומרי מזון לאדמה ולצמחים. תולעי אדמה מאוררות את האדמה ומאפשרות לאוויר להיכנס אליה, מה שעושה אותה פוריה יותר. קפזנבאים ועכבישים שולטים במזיקים, ולכן מונעים מהם להשתלט על האזור.

על אף תפקידיהם החיוניים של מינים שנמצאים מתחת לאדמה, לעיתים קרובות לא שמים לב אליהם. מדענים רק מתחילים להבין כמה מינים יש באדמה, וכיצד המינים האלה פועלים יחד בדרכים שונות ומעצבים תהליכים מתחת לאדמה. ישנן כמה סיבות למחסור הזה בידע:

שירותי מערכת אקולוגית (Ecosystem Services)

תפקודים ותהליכים של מערכת אקולוגית שמיטיבים באופן כלשהו עם בני אדם. לדוגמה, ייצור של פירות, חמצן, או טיהור מים.

מגוון ביולוגי (Biodiversity)

מונח המתאר את המגוון והשונות של החיים. כתלות בהקשר, הוא יכול להתייחס למדדים שונים. בדרך כלל מדובר בכמות ושונות של מינים שונים במקום מסוים.

היכחדות (Extinction)

ההיעלמות של מין מסוים. היכחדות יכולה להיגרם על ידי התרחשויות טבעיות (דינוזאורים) או פעולות אנושיות (ציפורי דודו).

ערך אינטרינזי (Intrinsic Value)

ערך שמגיע מבפנים. מוערך בפני עצמו, ולא עבור שוויו.

האדמה אינה נגישה כל כך, ואי אפשר לראות דרפה, מה שמקשה על תכנון וביצוע של ניסויים, ניטור ומחקרי תצפית. יתרה מזו, גורמים חשובים רבים במערכות מתחת לאדמה הם זעירים ועושים את עבודתם בחשאי. חלק מהאנשים חושבים על החיות שמתחת לאדמה בתור "חיות". תולעים, חרקים, עכבישים, חיידקים ופטריית לעיתים רחוקות נחשבים כ"יפות", למרות העובדה שלהופעתם החיזרית ולאופן חייהם יש קסם משלהם. במהלך ייסוד של אזורים מוגנים חדשים, העובדות האלה מובילות להשמטת מינים שחיים מתחת לאדמה ממערך השיקולים.

האם אנו יכולים להציל את ה'חיה' על ידי הגנה על ה'יפה'?

במחקר שלנו, שאלנו האם אנו מגינים באופן אוטומטי על "חיות" כמו תולעי אדמה באמצעות בחירת אזורים מוגנים שמתבססים על ה"יפות" שחיות מעל לאדמה, כמו למשל פנדה. האם אנו יכולים להציל את ה"חיה" באמצעות הגנה על ה"יפה"?

השאלה הזו חשובה מאוד, מאחר שהיא מסייעת לנו להבין אם הדרך הנוכחית של בחירת אזורים מוגנים טובה מספיק, או שצריך לשנותה כדי לכלול שירותי מערכות אקולוגיות שייכתן שלא שמו לב אליהם עד כה, אך הם הכרחיים לרווחה אנושית.

כדי לקבוע אם הגנה על מינים מעל לאדמה מגינה אוטומטית גם על מינים מתחת לאדמה, הרכבו קבוצות גדולות של נתונים לגבי הנוכחות והמגוון של מינים מעל לאדמה (יונקים, ציפורים, דו-חיים וצמחים), ומינים מתחת לאדמה (חיידקים, פטריות וחיות אדמה). מרבית הנתונים כבר נאספו ופורסמו על ידי מדענים משתפי פעולה, וחלק מהמידע הוצא ממאגרי נתונים ציבוריים [5]. לאחר מכן, השתמשנו בשיטות חישוביות מיוחדות (ArcGIS) תוכנה שמשמשת ליצור מפות ולנתח מידע גיאוגרפי) במטרה ליצור מפות ולהראות תבניות בנתונים מרחבי הגלובוס. על ידי ניתוח והשוואה בין המפות האלה, יכולנו לענות על שאלתנו.

בסיוען של המפות שלנו (איור 1), ראינו שישנם אזורים רבים שבהם המגוון הביולוגי שמעל לאדמה והמגוון הביולוגי שמתחת לאדמה גבוהים שניהם (התאמה גבוהה), כמו למשל בהרבה אזורים טרופיים בגלובוס (איור 1 – אזורים ירוקים). אך ראינו גם שישנם הרבה אזורים שבהם המגוון הביולוגי שמעל לאדמה הוא גבוה, ומתחת לאדמה הוא נמוך (איור 1 – אזורים כתומים), או להפך (איור 1 – אזורים בצבע טורקיז) (חוסר התאמה). דוגמה אחת של מגוון ביולוגי גדול מתחת לאדמה ומגוון ביולוגי קטן מעל לאדמה נראית באזורים הצפוניים של כדור הארץ, כמו למשל באזורים הנרחבים של הטונדרה. סך האזור של חוסר התאמה, שבו לא ניתן להגן על "חיות" (מגוון ביולוגי מתחת לאדמה) באמצעות הגנה על "יפות" (מגוון ביולוגי מעל לאדמה), נפרש פחות או יותר על שליש מפני השטח של כדור הארץ.

מה לגבי העתיד?

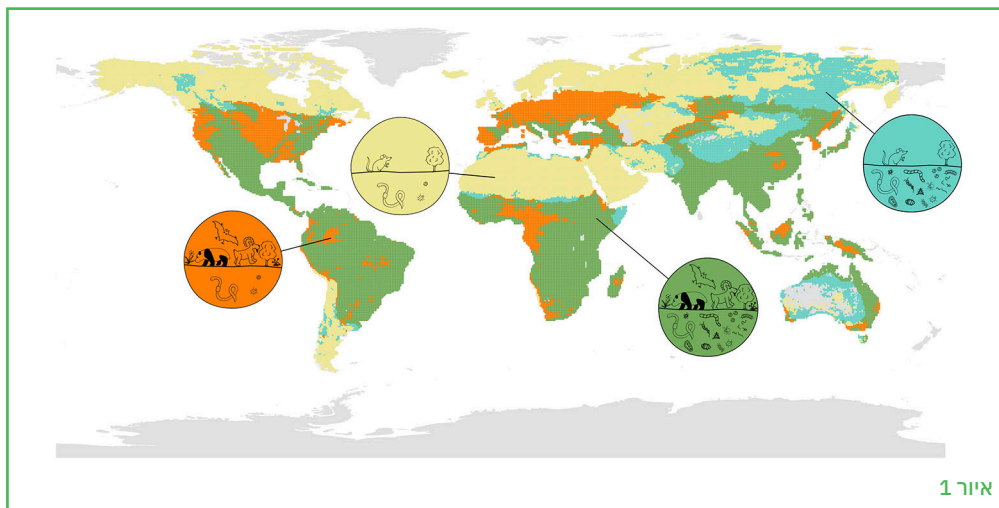
בהינתן התוצאות שלנו, אנו ממליצים על שינוי הדרך שבה מומחים מחליטים על אלו אזורים להכריז כמוגנים (איור 2). בעוד שחשוב מאוד להגן על סביבות מחיה של "יפות" כמו פנדות או פנתרים, אנו צריכים להיזהר שלא להתעלם מ"חיות" באדמה, שהן בעלות חשיבות רבה עבור רווחתנו. אם נתמקד רק באזורים שמכילים "יפות", אנו מסתכנים באובדן מיני

מאגר נתונים ציבורי (Public Database)

אוסף מאורגן של נתונים שמדענים או הציבור הרחב יכולים לגשת אליהם מכל רחבי העולם.

איור 1

מפה גלובלית של התפלגות וחפיפה של מגוון ביולוגי מעל האדמה ומתחתיה. מפה גלובלית שמראה את ההתפלגות והחפיפה של מגוון ביולוגי מעל לאדמה (יונקים, ציפורים, דו-חיים וצמחים), ומתחת לאדמה (פטטריות חיידקים, חרקים ותולעים). הצבעים מצביעים על שילובים שונים של מגוון ביולוגי מעל



איור 1

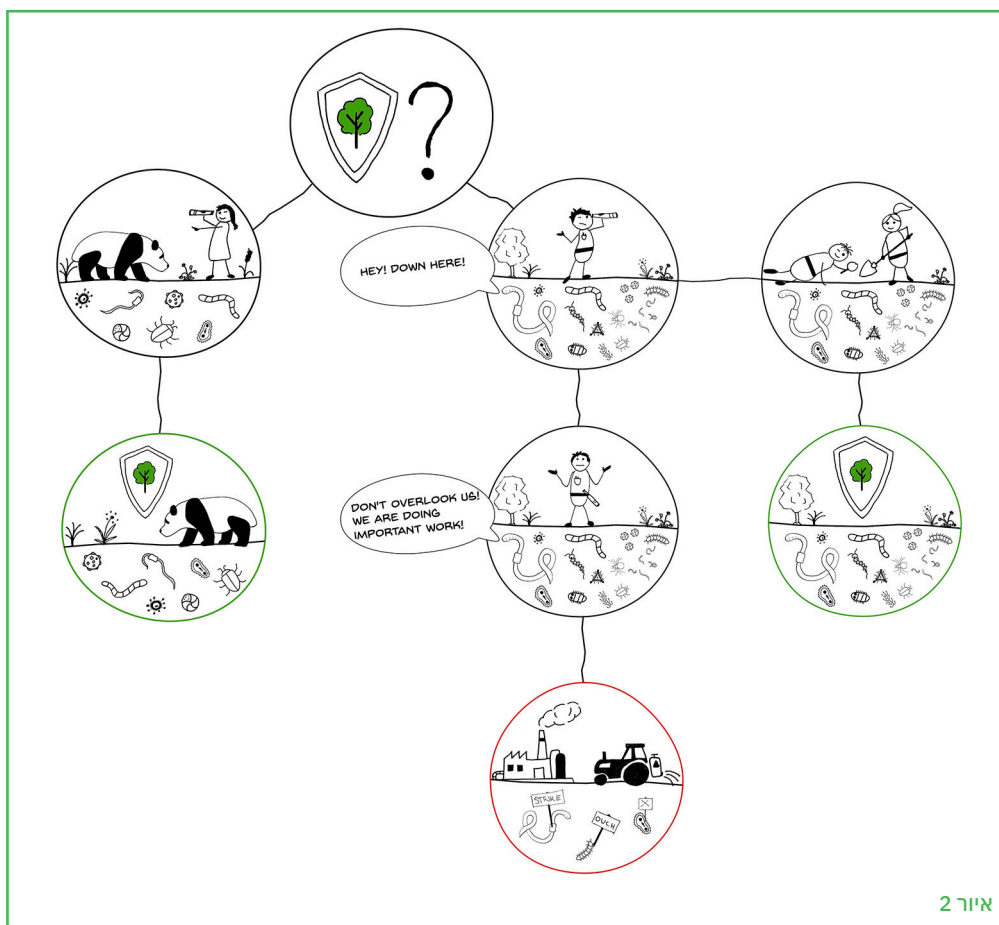
האדמה ומתחתיה. כתום: מגוון ביולוגי גדול מעל לאדמה וקטן מתחת לאדמה; בז': מגוון ביולוגי קטן מעל ומתחת לאדמה; ירוק: מגוון ביולוגי גדול מעל ומתחת לאדמה; טורקיז: מגוון ביולוגי קטן מעל לאדמה וגדול מתחת לאדמה; אפור: אין נתונים זמינים. במפה הזו תוכלו לראות שיטתם אזורי גדולים של חוסר התאמה (כתום), שבהם לא ניתן להגן על ה"חיות" באמצעות הגנה על ה"יפות".

אדמה רבים, והשירותים שהם מספקים (לדוגמה, אחסון פחמן באדמה, טיהור מים, מחזור חומרי מזון), מאחר שמיני האדמה האלה מגוונים מאוד באזורים בעולם שבהם ה"יפות" פחות מגוונות.

תוצאות המחקר הזה מסמנות את תחילתן של גישות חדשות לשימור הטבע. מאחר שהאדמה אינה נגישה כל כך, אנו עדיין זקוקים למידע רב נוסף לגבי איזורים על תהליכים

איור 2

כיצד אנו מחליטים על אילו אזורים להגן? **משמאל:** מדענית בודקת את האזור שמעל לאדמה כדי לראות אם יש בו מינים שכדאי להגן עליהם. ההחלטה מתבססת על מגוון ביולוגי של מינים שחיים מעל לאדמה, ועל הימצאותן של "יפות". תוצאה חיובית מובילה להגנה על האזור ועל המערכת האקולוגית. **באמצע:** מדען בודק ומוצא מגוון ביולוגי נמוך מעל לאדמה, ואינו מודע למגוון הביולוגי שמתחת לאדמה. האזור לא נבחר להיות מוגן. לא שמים לב לאורגניזמים באדמה, והם מאוימים על ידי תעשייה אנושית וחקלאות. תפקודים ושירותים חשובים של חיי אדמה הולכים לאיבוד. **מימין:** נוסף על הבדיקה שמעל לאדמה, מדענים מתחשבים גם באורגניזמים באדמה. האזור יהיה מוגן בהתבסס על תוצאות חיוביות למגוון ביולוגי של האדמה. המערכת האקולוגית והתפקודים והשירותים של האדמה משומרים.



איור 2

מתחת לאדמה ועל אורגניזמים באדמה, כמו גם על התפקידים של האורגניזמים האלה, צורכיהם והתנהגויותיהם. הדבר יסייע לנסח המלצות על אילו אזורים כדאי להגן, וליצור התאמה כללית של תהליכים תעשייתיים וחקלאיים מחוץ לאזורי השימור. לכן, הצעד החשוב הבא הוא להגדיל את הידע הכולל לגבי מינים באדמה ברחבי העולם, על ידי עריכת שאלונים וקיום תוכניות ניטור. המשמעות היא שאנו צריכים "לחפור יותר לעומק"! כדי לאפשר למדענים לבצע את העבודה החשובה הזו, הכרחי להעלות את המודעות בקרב הציבור הרחב ובממשלות לגבי חשיבותן של "חיות" מסקרנות מתחת לרגלינו.

מאמר המקור

Cameron, E. K., Martins, I. S., Lavelle, P., Mathieu, J., Tedersoo, L., Bahram, M., et al. 2019. Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conserv. Biol.* 33:1187–92. doi: 10.1111/cobi.13311

מקורות

1. Merritt, M., Maldaner, M. E., and de Almeida, A. M. R. 2019. What are biodiversity hotspots? *Front. Young Minds* 7:29. doi: 10.3389/frym.2019.00029
2. IPBES. 2019. *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn: IPBES Secretariat.
3. Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486:59–67. doi: 10.1038/nature11148
4. UNEP-WCMC, IUCN. 2020. *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA)*. Available online at: www.protectedplanet.net (accessed April 8, 2020).
5. Cameron, E. K., Martins, I. S., Lavelle, P., Mathieu, J., Tedersoo, L., Bahram, M., et al. 2019. Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conserv. Biol.* 33:1187–92. doi: 10.1111/cobi.13311

פורסם אונליין: 30 במרץ 2023

עורך: Malte Jochum

הנחיה מדעית: Ruchira Sharma

ציטוט: Gottschall F, Cameron EK, Martins IS, Siebert J and Eisenhauer N (2023) האם אנו יכולים להציל את ה"חיה" על ידי שימור ה"יפה"? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.547740-he

תורגם והותאם מ: Gottschall F, Cameron EK, Martins IS, Siebert J and Eisenhauer N (2020) Can We Save the Beast by Conserving the Beauty? *Front. Young Minds* 8:547740. doi: 10.3389/frym.2020.547740

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

Gottschall, Cameron, Martins, Siebert and Eisenhauer 2023 © 2020 © **COPYRIGHT**. 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 למחבר(ים) 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

ANHAD, גיל: 11

היי, קוראים לי אָנְהָד ולפעמים אני אוהב לכתוב על נושאים שונים, לצפות בטלוויזיה, לשחק במשחקי וידאו בקונסולה שלי ולבלות עם חברים ומשפחה. בזמני הפנוי אני אוהב לצפות בנטפליקס, ולבשל.



ASHIMA, גיל: 12

היי, אני אָשִׁימָה. אני אוהבת לקרוא ספרי סיפורת ולשחות. אני גם אוהבת ללמוד – המקצוע המועדף עליי הוא מתמטיקה, ופונקציות ריבועיות הן הנושא המתמטי האהוב עליי.



הכותבים

FELIX GOTTSCHALL

כבר בתור ילד, פליקס היה מרותק מדינוזאורים ומכל סוגי החיות שנכחדו. אחרי שינון כל ספרי הילדים שלו, הוא בילה זמן רב במוזיאונים, ודמיין כיצד זה יהיה לחפש חיות אבודות בעצמו. במהלך הזמן, העניין שלו התחלף בחיות קיימות, כמו ציפורים (שהן באופן בסיסי דינוזאורים!), והוא התחיל ללמוד ביולוגיה. כמדען, הוא עבד על מגוון נושאים, מחלזונות זוהרים, דרך צמרות צמאות ועד לחיים שמתחת לאדמה. במקום לחפור ולחפש דינוזאורים, כיום הוא חופר ומחפש חיידקים באדמה, ועדיין רואה זאת בתור הרפתקה. [*fgottschall@gmail.com](mailto:fgottschall@gmail.com)



ERIN K. CAMERON

אָרִין נהנתה לשחק בחוץ בתור ילדה, אולם היא לא חשבה שתהפוך לביולוגית. בסופו של דבר, היא התחילה לסייע במחקר שבחן כיצד פעילויות אנושיות משפיעות על ציפורי שיר, וזה ריתק אותה. ברגע שהחלה לעבוד על אורגניזמים באדמה וראתה כמה עדיין לא ידוע עליהם, השתכנעה שהיא רוצה ללמוד ביולוגיה. כיום היא חוקרת כיצד פעילויות אנושיות משפיעות על מגוון ביולוגי של האדמה ועל תפקודן של מערכות אקולוגיות. בזמנה הפנוי אָרִין נהנית לעשות סקי, לרכוב על אופניים ולשוט בקיאק.



INÊS S. MARTINS

אינֶס תמיד אהבה ללמוד איך דברים נוצרו, מהיכן הם באים וכיצד הם משתנים. דבר לא מכיל שאלות רבות כמו הטבע, ולכן אין זה מפתיע שאינֶס בחרה ללמוד ביולוגיה בבית הספר. בזמן הלימודים, היא החלה להתעניין במיוחד באופן שבו בני אדם השפיעו על אורגניזמים בכך שהם שינו את סביבות המחיה שלהם. כיום, היא מבלה את ימייה בניסיון לִמְדֵל ולהבין כיצד מגוון ביולוגי מגיב לשינויים סביבתיים שהתרחשו



בעבר וכיצד הוא עשוי להיות מושפע משינויים עתידיים, על פני אזורים נרחבים בעולם. מחוץ לעבודה, אינס אוהבת לעשות ספורט, ללכת לקולנוע ולהנות מזמן איכות עם חברים ומשפחה.



JULIA SIEBERT

ג'וליה הייתה מרותקת מהטבע מאז שהייתה ילדה. היא בילתה כמה שיותר זמן בחוץ, בנתה בתי טחב ביער וחיפשה את כל סוגי החיות. היא הלכה בעקבות תשוקתה ולמדה ביולוגיה ותקשורת המדע, ותמיד התעניינה במציאת דרכים להעביר ידע לקהלים שונים. המחקרים המדעיים שלה התמקדו בהשפעות של שינויים גלובליים על אורגניזמים באדמה ועל תפקודי המערכת האקולוגית שלהם במערכות אקולוגיות חקלאיות. נוסף על כך היא חקרה דרכים לערב תלמידי בית ספר במדע של מגוון ביולוגי. בזמנה הפנוי, היא נהנית מרכיבה על סוסים, מטיולים, מצפרות, מרכיבה על אופניים בהרים ומכל סוגי הספורט שאפשר לבצע בחוץ.



NICO EISENHAUER

ניקו התעניין בטבע מאז ילדותו המוקדמת. הוא חפר ומצא תולעי אדמה, תפס צפרדעים ודגים וסייע ללטאות לשרוד את חודשי החורף. הוא תמיד היה מרותק מיפי הטבע ומנע משאלות כמו מדוע מין צמח או חיה מסוים מופיע במקום אחד, אך לא באחר. במהלך לימודי הביולוגיה שלו, הוא גילה עניין בחיות אדמה ובפעילויותיהן החשובות שחיוניות לתפקוד של 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