



קֶפְזִנְבָּאִים – קפצנים חובקי עולם

Anton Potapov^{1,2*}

¹אקולוגיה של חיות, מכון ג'. פ. בלומנבאך לזואולוגיה ואנתרופולוגיה, אוניברסיטת גוטינגן, גוטינגן, גרמניה
²זואולוגיה של האדמה ואנטומולוגיה כללית, מכון א. נ. סברטסוב לאקולוגיה ולאבולוציה, האקדמיה הרוסית למדעים, מוסקבה, רוסיה

סוקרים צעירים

ANSHUL
גיל: 9



LUVENA
גיל: 11



MILES
גיל: 8



PRANATEE
גיל: 12



קֶפְזִנְבָּאִים הם חיות זעירות, בעלות שש רגליים, שאתם פוגשים בכל יום, כמעט בלי לשים לב. הם יכולים לשרוד בערים גדולות, על גבי קרח באנטרקטיקה, במעמקי מערות ובצמרות עצים ביערות גשם. חלק מהמדענים מכנים אותם החרקים הקדומים ביותר והמרובים ביותר על פני כדור הארץ. קפזנבאים הם קופצים מצטיינים – אם היו בגודל של בני אדם, הם היו קופצים בקלות מעל לבניינים בני עשר קומות. היכולת הזו מאפשרת להם לברוח מסכנות. בכל יום, קפזנבאים עסוקים מאוד, משפרים את בריאות האדמה ותומכים במינים רבים של עכבישים, חיפושיות, נמלים וטורפים קטנים אחרים בכדור הארץ. הם מהווים חלק מרכזי במגוון הביולוגי של האדמה, אולם אנו עדיין צריכים ללמוד רבות עליהם ועל מינים נוספים של החיות היפות האלה, שטרם התגלו.

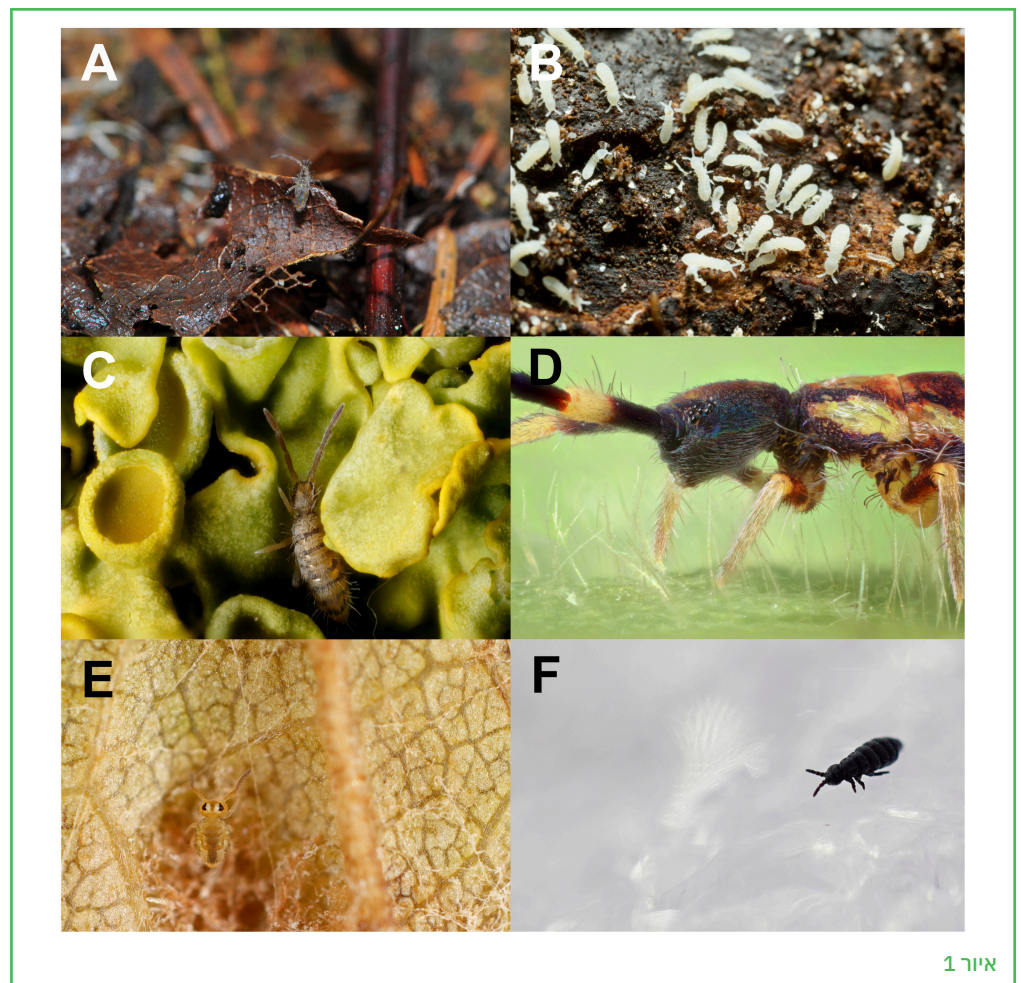
המגוון הנפלא של קפזנבאים

אם תצאו מביתכם, ככל הנראה תפגשו קפזנבאי, אך ככל הנראה לא תבחינו בו מאחר שמרבית החיות האלה הן באורך של מילימטר אחד בלבד. קפזנבאים, שנקראים גם

"קולמבולה" (Collembola), הם קרובי משפחה של חרקים שניתן למצוא באדמות בכל רחבי העולם. המקום המיטבי לחיות בו עבור קפזנבאים הוא אדמת היער, שם תוכלו למצוא אלפים מהם בחופן של עלים שנשרו. אך הם גם יכולים לחיות בסביבות אחרות, לעיתים קרובות במקומות לחים שבהם גדלות פטריות (איור 1). קפזנבאים חיים כמעט בכל מקום: הם נמצאים בכמויות גדולות באנטרקטיקה על גבי השלג והסלעים, על צמרות עצים ביערות טרופיים, על ההרים הגבוהים ביותר ובתחתית המערות העמוקות ביותר. לפני כמה שנים, מדענים מצאו קפזנבאי מסוג *Plutomurus*, שחי שני קילומטרים מתחת לפני השטח במערה בהרי הקווקז [1]. הם פיתו אותו לצאת באמצעות גבינה מסריחה. בחורף, חלק מהקפזנבאים קופצים ומסתובבים על גבי השלג, מה שזיכה אותם בשם "פרעושי שלג". סוג כזה למשל הוא *Hypogastrura* (איור 1F). שיכולים להתקיים בקבוצה המונה מיליונים – תופעה שגורמת לשלג להיראות אפור! בתור מומחים בהשרדות, קפזנבאים יכולים גם לחיות איתנו – בגינות, בחצרות, בפארקים, ולעיתים בעצי פרחים.

איור 1

קפזנבאים בסביבותיהם הטבעיות בכל רחבי העולם. (A,B) מרבית הקפזנבאים חיים בעלים או בעצים מתים. (C-E) חלק מהקפזנבאים קשורים לצמחים חיים. (F) ישנם כמה מיני קפזנבאים שניתן למצוא בסביבות קיצוניות, כמו על פני השלג. (קרדיטים לתמונות: A – Dunmei Lin; B – Marie Huskens; C-E – מבלגיה; F – Ferenc Erdélyi; מהונגריה; Andy Murray – B. מבריטניה).



איור 1

קפזנבאים שרדו ושגשגו על כדור הארץ הרבה לפני דינוזאורים, והם בין החיות הראשונות שהתהלכו על היבשה. אנו יודעים זאת מאחר שמדענים מצאו מאובן קפזנבאי בסלעים פרהיסטוריים שמתוארכים ללפני כ-410 מיליוני שנים. קפזנבאי זה קיבל את השם *Rhyniella praecursor* – "החרק הקדום ביותר שמוכר". מעניין לדעת שחלק מהקפזנבאים המודרניים נראים דומים מאוד ל-*Rhyniella*, מה שאומר שקפזנבאים שרדו

הכחדות ההמוניות (Mass Extinction)

ירידה נרחבת ומהירה במגוון הביולוגי על פני כדור הארץ במהלך היסטוריית האבולוציה. עד כה זוהו חמש הכחדות המוניות.

<http://www.collembola.org/>¹

איור 2

קפזנבאים יפהיים מאוסטרליה, מטזמניה ומניו-זילנד. (A) יצירת המופת *Katianna*, עם כתמים צבעוניים. (B) *Lepidocyrtus* הנוצץ, שמכוסה בקשקשים. (C) *Womersleymeria* דרקוני, גדול ובעל קרניים. (D) *Neelides* תינוק, בגודל של כחצי מילימטר בלבד (קרדיטים לתמונה: Andy Murray - A,B,D <https://www.chaosofdelight.org/> Cyrille D'Haese - C מצרפת).

על פני כדור הארץ במשך ארבע מתוך חמש ההכחדות ההמוניות, בלי ששינוי מאוד את מראם. אנו מכירים כ-9,000 מיני קפזנבאים שחיים היום, כולם רשומים בקטלוג אינטרנטי¹, אך מדענים סבורים שישנם לפחות פי ארבעה מיני קפזנבאים שטרם התגלו על פני כדור הארץ [2]. אזורים מרוחקים בטזמניה ובניו-זילנד מאוכלסים על ידי מינים יפהיים ובלתי שגרתיים של קפזנבאים (איור 2), ויש הרבה מינים נוספים שנותר לגלות.



איור 2

מיני קפזנבאים יכולים להיראות די שונים זה מזה: לחלק מהמינים יש צורה עגולה, בעוד שמינים אחרים הם מאורכים. לחלק אין צבעים, בעוד שאחרים הם כחולים, שחורים, או בעלי נקודות ופסים צבעוניים, כמו למשל *Katianna* דמוי הכדור (איור 2A). ל-*Lepidocyrtus* (איור 2B) יש קשקשים מבריקים, ממש כמו לדגים. מרבית הקפזנבאים הם באורך של כמילימטר אחד, אולם ישנם מינים זעירים יותר לצד מינים ענקיים. לדוגמה, *Neelides* (איור 2D) הוא באורך של כחצי מילימטר בלבד, בעוד ש-*Womersleymeria* (איור 2C) יכול להגיע לאורך של יותר מסנטימטר! מרבית הענקים האלה חיים על גבי עץ מת או ביערות טרופיים פראיים, והם נקראים "קפזנבאים דרקוניים".

כיצד קפזנבאי נראה?

השם "קפזנבאי" (שילוב המילים "קפיצה" ו-"זנב") מגיע מתוספת בחלקו האחורי של האורגניזם הנקראת *Furca*, שנראית כמו זנב בצורת מזלג, ומאפשרת לקפזנבאים לקפוץ הרחק מספֵנָה, בדומה לחגבים זעירים (איור 3). ה-*furca* יכולה להימצא מתחת לגוף, על גבי הבטן, אך לא לכל הקפזנבאים יש אותה. אם הקפזנבאי הולך או אוכל, ה-*furca* מחוברת לגוף במתח גבוה, כמו קפיץ מתוח. כשהקפזנבאי רוצה לקפוץ, ה-*furca* משוחררת והחיה משגרת את עצמה הרחק מטורפים, או ממדענים סקרנים. בעת הקפיצה, קפזנבאים מתהפכים פעמים רבות, וזה נראה כאילו הם מבצעים תרגיל אקרובטי מרהיב לפני שהם נתקעים במשהו². קפזנבאים הם אלופים בקפיצה – אילו היו בגודל של בני אדם, הם היו

Furca

תוספת דמוית-זנב בצורת מזלג שמחוברת לבטנם של הרבה מיני קפזנבאים.

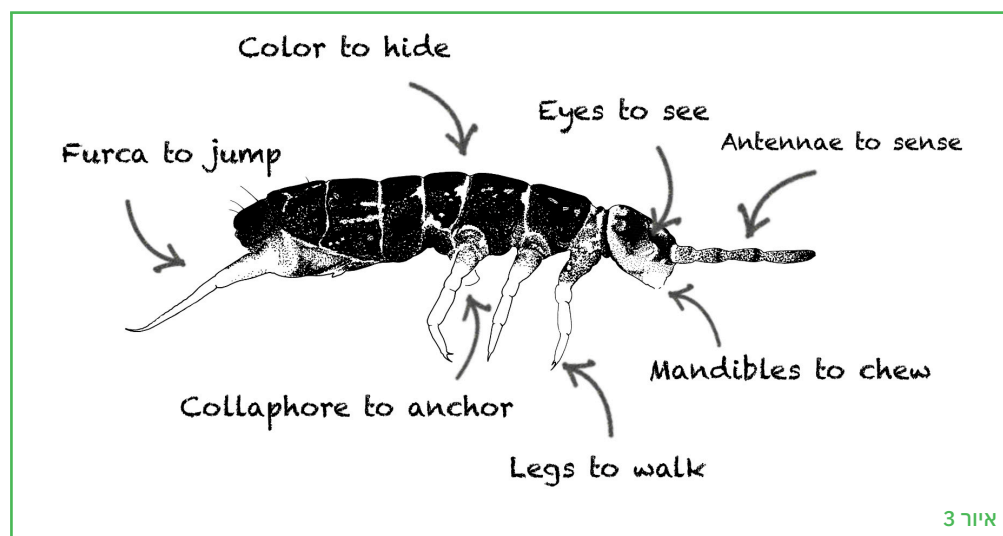
²הסתכלו על "קפזנבאי פחית" (can trash springtails) שמבצעים 22,440 סיבובים בדקה, בהילוך איטי בסרטון הזה: <https://www.youtube.com/watch?v=Qu01.EUeE5PM>

Collaphore

מבנה דמוי-צינור שמשמש קפזנבאים להיצמדות למשטחים.

איור 3

חלקי הקפזנבאי. האיור הזה של קפזנבאי צויר על ידי הטקסונום Mikhail Potapov, שתיאר יותר מ-200 מיני קפזנבאים חדשים למדע.



איור 3

כמו חרקים, קפזנבאים הם הקספודים, כלומר יש להם שש רגלי הליכה. שלא כמו חרקים, לעולם אין להם כנפיים. לקפזנבאים יכולות להיות בין שתי עיניים לשש-עשרה עיניים (איור 1D), אך מינים שחיים באדמה הם לעיתים קרובות עיוורים. כדי להכווין את עצמם בסביבה ולתקשר עם אחרים, קפזנבאים רבים משתמשים באנטנות, שהן איברים ארוכים על גבי ראשם. הם מזיזים את האנטנות במטרה לגעת במשטחים שלפניהם ולבדוק אותם. אם הם מוצאים מזון, הם אוחזים בו ולועסים אותו באמצעות הלסתות התחתונות שלהם, שנקראות מנדיבולות.

כיצד ניתן לתפוס קפזנבאי?

אם אתם מעוניינים לחפש קפזנבאי אמיתי, אתם צריכים לדעת היכן לחפש וכיצד לעשות זאת. קפזנבאים אוהבים מקומות לחים, כמו עלים נפולים לחים או טחב. חלק מהמינים הגדולים מתחבאים מתחת לקליפה של עצים נפולים שנרקבים. אחרים נמצאים על גבי גדות נחל, סלעים, טחב, או פרחים. אם אתם ברי-מזל, תוכלו למצוא קפזנבאים גם בעציצי פרחים – מרבית הסיכויים שאלה יהיו *Folsomia candida* לבנים – אחת מחיות האדמה הנפוצות ביותר המשמשות בניסויי מעבדה. בזמן שאתם מחפשים קפזנבאי, היי סבלניים מאוד – הם נמצאים בכל מקום, אולם הם מומחים בהתחבאות, ולעיתים קרובות הם צבועים בצבעים שדומים לדברים שנמצאים בסביבתם (איור 1E).

אם אתם מוצאים קפזנבאי, תוכלו פשוט לצפות בו זוחל או קופץ, ואולי תוכלו לצלם אותו. פלטפורמות אינטרנט כמו ³iNaturalist או ⁴Flickr מכילות אלפי תמונות של קפזנבאים מרחבי העולם. תצפיות כאלה יכולות לסייע למדענים להבין היכן מינים חיים, ואולי אפילו לגלות מינים חדשים.

מנדיבולות**(Mandibles)**

הלסתות התחתונות, שמשמשות לנגיסת מזון וללעיסתו. שלא כמו בני אדם, פרוקי רגליים לועסים בצורה אופקית, ולא אנכית.

<https://www.inaturalist.org/>³

<https://www.flickr.com/>⁴

משאף אנטומולוגי (Entomological Aspirator)

משאף שמשמש לאיסוף אורגניזמים קטנים שניתן לראות בעין בלתי מזוינת.
[https://en.wikipedia.org/wi
ki/Aspirator_(entomology)]

משפך טולגרן (Tullgren Funnel)

מכשיר שמשמש לשלוף אורגניזמים חיים, במיוחד פרוקי רגליים, מאדמה, משפוכת, מטחב וממצעים אחרים
[https://en.wikipedia.org/w
iki/Tullgren_funnel]

שֶפְכָת (Detritus)

חומר אורגני מת כמו למשל עלים או עצים מתים, גופים של חיות מתות והפרשות. שפוכת בלתי ניתנת להפרדה מהמיקרואורגניזמים שמפרקים אותה, כמו למשל חיידקים ופטריות.

כדי לתפוס קפזנבאי, תוכלו להשתמש במה שנקרא **משאף אנטומולוגי** אך אם אתם רוצים לשמור את הקפזנבאי, זכרו שקפזנבאים לא אוהבים תנאים יבשים. אחרי כמה דקות במשאף, חלק מהמינים עלולים למות. מדענים רבים אוספים קפזנבאים מערימות עלים, מאדמה, מעץ רקוב ומטחב באמצעות **משפך טולגרן**, שניתן לבנות בבית יחסית בקלות. אפשר לבחון קפזנבאים מקרוב מתחת למיקרוסקופ. מדענים גם שומרים קפזנבאים בתור חיות מחמד במעבדה – הם זקוקים למשטח לח (לדוגמה, צנצנת עם עלים, אדמה, או חֶמֶר), מזון (שמרי אפייה הם בחירה טובה) ואוויר (צריך לחזור את המכסה). לרוע המזל, רק כמה עשרות מינים אוהבים לחיות בבית או במעבדה – ואיננו ממש יודעים למה.

קפזנבאים עסוקים מנהלים את העולם

מה כל הקפזנבאים האלה עושים בטבע, ומדוע שיהיה לנו אכפת מהם? לקפזנבאים יש תפקיד חשוב במערכות אקולוגיות: בתור ה"מנקים" של המערכת האקולוגית, הם ממחזרים חומר מת שנקרא **שֶפְכָת**, וניזונים ממיקרובים כמו למשל חיידקים ופטריות [3]. על ידי כך, הם משפרים את מבנה האדמה והופכים חומרי מזון להיות זמינים לצמחים. קפזנבאים גם מאביקים טחב, ממש כמו שדבורים מאביקות פרחים [4]. היותם מזון טעים לטורפים רבים היא גם חשובה – מינים רבים של עכבישים, חיפושיות, נמלים וחסרי חוליות אחרים מתקיימים באמצעות ציד קפזנבאים. לעיתים, קפזנבאים גם שימושיים עבור בני אדם: בשדות חקלאיים, הם עשויים לסייע לצמחים על ידי אכילת מיקרובים שגורמים לצמח לחלות, או שהם יכולים לתמוך בטורפים אחרים שהורגים מזיקים של צמחים. רק לאחרונה מדענים התחילו לחקור את התפקודים האלה של קפזנבאים, ועדיין יש הרבה מה ללמוד עליהם.

בעולם המודרני, מערכות אקולוגיות רבות משתנות. ערים הולכות וגדלות, יערות טרופיים נכרתים לצורך גידול מזון וטמפרטורות שעולות גורמות למקומות קפואים כמו אנטרקטיקה והטונְדְרָה הצפונית להימס. השינויים האלה משפיעים על קפזנבאים, כמו גם על אורגניזמים אחרים באדמה. המינים המרהיבים ביותר הם גם לעיתים קרובות הפגיעים ביותר, והם עלולים להיכחד אם הסביבות הטבעיות שלהם נהרסות. מספר הקפזנבאים בכדור הארץ צפוי לרדת בעתיד, מאחר שיש רבים מהם באזורי הקוטב הקרים, אזורים שיושפעו באופן משמעותי על ידי שינוי האקלים – עשרה דונמים של טונדרה יכולים להיות מאוכלסים על ידי כמות קפזנבאים זהה לכמות בני האדם בכדור הארץ! בתור מומחים להישרדות, קפזנבאים יסתגלו לעולם המשתנה ויחיו במערכות אקולוגיות חדשות. אך מינים רבים ככל הנראה ייכחדו עוד לפני שיתגלו. חקירת קפזנבאים ושיתוף הידע לגביהם כחלק נסתר אך חשוב מאוד של המגוון הביולוגי, יכולים לסייע לנו להבין כיצד הטבע מאורגן, וכיצד אנו יכולים לשנות אותו באמצעות הפעולות שלנו. שיתוף הידע החדש שלכם עם חבריכם ומשפחותיכם יכול לסייע בכך – ככל שיותר אנשים ידעו על חשיבותו של מגוון ביולוגי נסתר, כך נהיה מסוגלים להבין טוב יותר את הטבע ואת העתיד שלנו כחלק ממנו, ולהגן עליהם.

תרומת המחבר

AP פיתח את הרעיון וכתב את כתב היד הזה.

תודות

אני מודה לאבי, Mikhail Potapov, שמספר לי סיפורים על קפזנבאים ומצייר תמונות נהדרות. אני גם מודה ל- Andy Murray, Cyrille D'Haese, Marie Huskens, Dunmei Li, Ferenc Erdélyi, ו-Frans Janssens, שסיפקו את התמונות עבור המאמר הזה, או סייעו למצוא אותן.

מקורות

1. Sendra, A., and Reboleira, A. 2012. The world's deepest subterranean community—Krubera-Voronja Cave (Western Caucasus). *IJS* 41:221–30. doi: 10.5038/1827-806X.41.2.9
2. Hopkin, S. P. 1997. *Biology of Springtails: (Insecta: Collembola)*. Oxford: Oxford Science Publications.
3. Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiv. Conserv.* 7:1207–19. doi: 10.1023/A:1008887817883
4. Cronberg, N., Natcheva, R., and Hedlund, K. 2006. Microarthropods mediate sperm transfer in mosses. *Science* 313:1255. doi: 10.1126/science.1128707

פורסם אונליין: 28 בפברואר 2023

עורך: Helen Phillips

נמחה מדעית: Jessica Lee

ציטוט: Potapov A (2023) קפזנבאים – קפצנים חובקי עולם. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.545370-he

תורגם והותאם מ: Potapov A (2020) Springtails—Worldwide Jumpers. *Front. Young Minds* 8:545370. doi: 10.3389/frym.2020.545370

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

COPYRIGHT © 2020 © Potapov 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 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

ANSHUL, גיל: 9

היי, קוראים לי Anshul ואני לומד בכיתה ד בצפון וויילס, פנסילבניה, קרוב לפילדלפיה. אני מתעניין מאוד בביולוגיה ובאנטומולוגיה. אני חבר פעיל בתוכנית CTY ג'ון הופקינס, והתחביב האהוב עליי ביותר הוא קריאה.

LUVENA, גיל: 11

היי, קוראים לי Luvena! אני אוהבת מוזיקה, ספורט ואוכל. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה ואומנויות השפה. בזמני הפנוי, אני נהנית לנגן על פסנתר ולקרוא ספרים עם אחותי. כשאגדל, ארצה להיות מנתחת מוח.

MILES, גיל: 8

אני גר בסן פרנסיסקו. אני אוהב ספורט, משחקים, לשחק עם חברים ולאכול צ'יפס ושוקולד.

PRANATEE, גיל: 12

היי! אני אוהבת לאפות, במיוחד עוגות טארט ופאי. בבית הספר, המקצועות האהובים עליי הם מדע, ארוחת צהריים וההפסקה. אני אוהבת לבלות זמן בחוץ ולטפס. אני גם אוהבת ללכת לחוף הים ומגלה עניין בצילום. צפייה בסדרות הטלוויזיה האהובות עליי, ציור, האזנה למוזיקה, שירה וביולוגיה עם חברים הם הדברים שאני הכי אוהבת לעשות בזמני הפנוי. בעתיד, ארצה להיות מדענית, או זמרת/ כותבת שירים ושחקנית.

הכותב

ANTON POTAPOV

אני אקולוג של האדמה שעובד באוניברסיטת גוטינגן, גרמניה. נהנה במיוחד לחקור קפזנבאים, מה שאני עושה בסביבות שונות, מטייגה רוסית ועד ליערות גשם טרופיים. אני רוצה להבין כיצד קפזנבאים וחיות קטנות אחרות יוצרים שרשראות מזון מורכבות, ומניעים מגוון ביולוגי ותפקוד של מערכות אקולוגיות.

*potapov.msu@gmail.com

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