

## על ההבדלים בין אגמים למאגרים

Penny Beames<sup>1</sup>, Stephanie Renee Januchowski-Hartley<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת מקגיל, מונטריאול, קוויבק, קנדה

<sup>2</sup>המחלקה לביו-מדעים, אוניברסיטת סוונסי, סוונסי, בריטניה

### סוקרים צעירים

FDR-HB\_PERU  
IGEM TEAM  
גיל: 14-17



ישנן דוגמאות רבות לאופן שבו פעילויות אנושיות משנות סביבות מחיה של מינים לרבות חסימה של אגמים או נהרות ליצירת מאגרים. אנו בונים סכרים ליצירת מאגרים, שמספקים מים ומייצרים חשמל לצרכים של בני האדם. מדענים למדו שבניית סכרים חדשים ויצירת מאגרים באגמים ובנהרות, משנות את סביבת המחיה המקומית, והופכות אותה לבלתי מתאימה עבור מינים רבים שחיו בה בעבר. דרך תהליכים שידועים כזרימה סביבתית, מאגרים יכולים להיות מופעלים באופן דומה לנהרות טבעיים. אך מצב הדברים הוא שלא נשמרו רישומים טובים על המיקומים שבהם נבנו מאגרים, ולכן מדענים הגו דרכים חדשות למפות היכן סכרים אלה וסכרים קשורים קיימים ברחבי הגלובוס. כשאנו יודעים היכן סכרים ומאגרים ממוקמים, אנו ערוכים יותר לקבוע כיצד הם שינו את פני השטח של המים על פני כדור הארץ והשפיעו על חיות, על צמחים ועל בני אדם.

### מה ההבדל בין אגם למאגר?

**אגמים** מופיעים בצורות, בגדלים ובעומקים שונים, ונוצרים בכמה דרכים. אגמים טקטוניים נוצרים כאשר קרום כדור הארץ מתקפל או מתעקם, מה שיוצר אגנים טבעיים שיכולים להתמלא

### אגם (Lake)

אזור שמלא במים, וממוקם באגן שמוקף בקרקע.

**מערכת אקולוגית (Ecosystem)**

קהילה של אורגניזמים מתקשרים והסביבה הפיזית שלהם.

**מאגר (Reservoir)**

גוף מים מוגדל שנוצר באמצעות סכר או נעילה.

**סכר (Dam)**

מבנה שנבנה לאורך מוצא של נהר או אגם במטרה לעצור את המים ולהעלות את המפלס שלהם.

**כוח הידרואלקטרי (Hydroelectricity)**

כוח שמגיע מאנרגיית הנפילה של מים או מהזרימה המהירה שלהם.

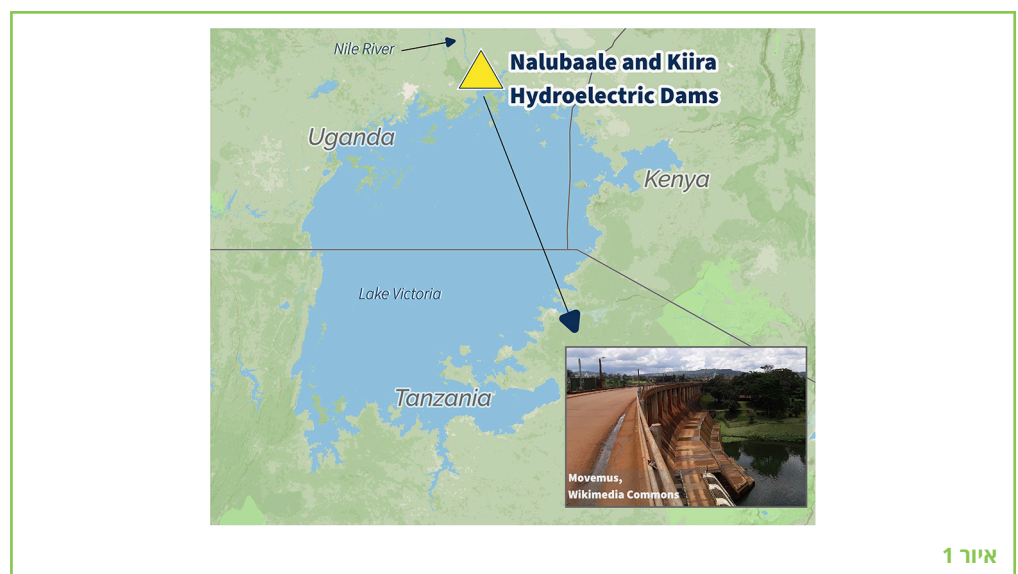
**איור 1**

אגם ויקטוריה הוא המקור העיקרי של הענף הארוך ביותר של נהר הנילוס. הוא עשיר במיני בעלי חיים ותומך במיליוני בני אדם באוגנדה, בקניה ובטנזניה. מפלסי מי האגם משומרים על ידי הסכרים ההידרואלקטריים נלובאלה וקירה, אשר ממוקמים במוצא האגם, או בתחילתו של נהר הנילוס.

בגשם או במי נהרות. אגם טנגניקה, באפריקה, נוצר באופן הזה. אגמים גם יכולים להיווצר כשהרוח, המים, או קרחונים מפוררים את קרום כדור הארץ. האגמים הגדולים בצפון אמריקה נוצרו על ידי קרחונים שיצרו בורות במשך תנועתם האיטית לאורך אלפי שנים. כאשר קרחונים נמסו לפני 10,000 שנים, המים מילאו את הבורות, מה שיצר אגמים. לעיתים קרובות אגמים מחוברים לנהרות שזורמים פנימה והחוצה מהם, ויוצרים תנועה של מים, חומרי מזון ומיני בעלי חיים בתוך **מערכות אקולוגיות**. מפלסי המים באגמים נוטים להשתנות לאט, ולעקוב אחרי תבניות עונתיות. כאשר שלג נמס באביב, או כאשר מתרחשים מונסונים בעונות גשומות, האגמים מתמלאים. כשהשלג נמס והגשם נרגע, נהרות מצטמצמים ומפלסי המים שבהם יורדים בהדרגה למטה.

**מאגרים** נוצרים מאחורי **סכרים** שנוצרו על ידי בני אדם, ונעים בגודלם מבריכות מים שממוקמות מחוץ לעיר, ועד לגופי מים גדולים יותר שממלאים קניונים שלמים מאחורי סכרים. שלא כמו נהרות, אשר נוצרים על ידי תהליכים טבעיים, מאגרים נוצרים על ידי בני אדם כדי לספק מים **וכוח הידרואלקטרי** לצרכינו שלנו [1]. בני אדם בנו מאגרים קטנים במשך אלפי שנים; חלק מהמאגרים בסרי לנקה קיימים מאז שנת 300 לספירה! מאגרים גדולים יותר, שמקושרים עם סכרים שנוצרו עבור אספקת מים או כוח הידרואלקטרי, נוצרו על ידי בניית סכרים בנהרות או באגמים. מאגר נחשב גדול אם הוא מכיל יותר משלושה מיליון מטרים מעוקבים של מים, פחות או יותר גודל של 1,200 בריכות שחייה אולימפיות [1]. במאה השנים האחרונות, בנינו מאגרים גדולים יותר בנהרות ובאגמים, כמו למשל הסכרים ההידרואלקטריים נלובאלה וקירה ששולטים על מפלסי המים באגם ויקטוריה באפריקה – האגם הטרופי הגדול ביותר בעולם (איור 1).

אף על פי שאנו בונים מאגרים בגדלים שונים ולמטרות שונות, גופי המים האלה, שנוצרו על ידי בני אדם, חולקים שני דברים משותפים. ראשית, בני אדם לוקחים מים מהמאגרים האלה כשאנו זקוקים להם, מה שאומר שמפלסי המים משתנים בדרכים שונות מאוד ממה שמתרחש באופן טבעי באגמים. שנית, סכרים שיוצרים מאגרים יכולים למנוע תנועות של מינים או להגבילן, במעלה הזרם ובמורד הזרם, בשל גודלם והאופן שבו הם משנים את זרימת המים.



איור 1

בנינו כל כך הרבה סכרים גדולים, שכיום רק כשליש מהנהרות הארוכים ביותר בעולם זורמים באופן טבעי, בעוד השאר מכילים לפחות סכר אחד [2]. בחלק מהאזורים בעולם, כמו למשל בטקסס שבארצות הברית, כמעט ואין אנמים טבעיים, אולם הנהרות שם נחסמו עם סכרים כדי ליצור אלפי מאגרים [3]. השינויים האלה משפיעים על מינים שיכולים לחיות במערכות האקולוגיות האלה.

## מינים מספריים לנו שמאגרים אינם אנמים

בעוד שמאגרים עשויים להיראות כמו אנמים, ולעיתים הם מתחילים מאגמים, המינים שחיים במאגרים, שונים מהמינים שחיו באגם או בנהר לפני שנבנה הסכר (איור 2). מינים כמו למשל דגים, צמחים וציפורים שחיים בנהרות הסתגלו לשינויים העונתיים במפלס המים. מינים שהתרגלו לחיות באגמים ובנהרות לא יכולים להסתגל במהרה לחיים במאגרים, מאחר שמפלסי המים במאגרים משתנים מהר בהתאם לצרכי בני האדם, ולא באופן מדורג בהתאם לעונות – כאשר אנו בונים סכרים בנהרות, מאגרים יכולים להתמלא במים בתוך חמש-עשר שנים, מה שמשנה את הנהר ואת הנוף הסובב.

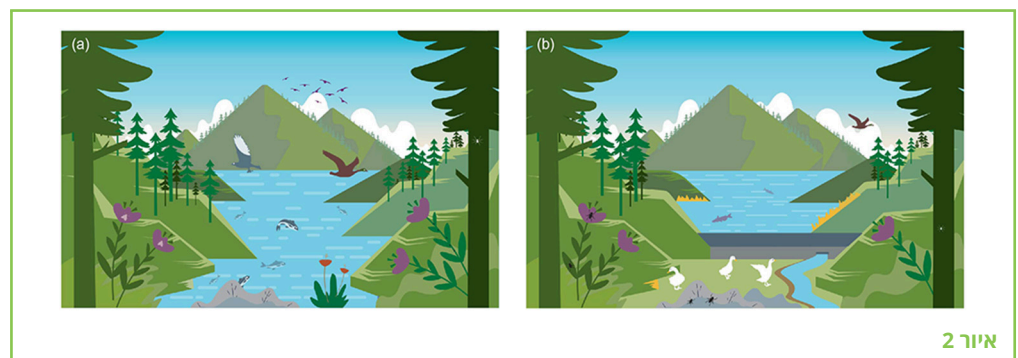
בואו נתבונן על האופן שבו דגים עשויים להגיב לשינויים שנגרמים על ידי סכר או מאגר. דגים יכולים להיות מצביעים חשובים על שינויים מאחר שלא כמו ציפורים או זוחלים, הם לא יכולים לעזוב את המים כדי להימנע מהשינויים שעשויים להתרחש בהם. בשל כך, דגים יכולים למות או לשנות מקום כאשר אנמים ונהרות מותמרים למאגרים, ומינים מסוימים של דגים יכולים להיות מוחלפים על ידי מינים אחרים, שמתאימים יותר לתנאים החדשים. לדוגמה, כדי להבטיח מקומות בטוחים להטלת הביצים שלהם, מיני דגים רבים דורשים סוגים מסוימים של אבנים, של חול ושל זרימת מים, שמתרחשים רק במקומות מסוימים בנהר או באגם. מיני דגים רבים "מטיילים" לאורך המים בין חלקים שונים של האגם או הנהר כדי לאכול ולהתרבות, פעילויות שהן קריטיות להשרדותם. אולם כאשר אנו יוצרים סכרים ומאגרים, דגים רבים עלולים לאבד גישה למקומות הטובים ביותר להטיל בהם את ביציהם או למצוא את המזונות האהובים עליהם.

## דרכים להפחתת שינויים שנגרמים על ידי סכרים ומאגרים

דרך אחת להפחתת שינויים במערכת אקולוגית, שנגרמים על ידי סכרים ומאגרים, היא להפסיק לבנות אותם, אולם הדרך הזו מאתגרת על ידי הפוליטיקה הלאומית והבינלאומית של פרויקטי בנייה [4]. דרך אחרת שמדענים וקהילות עובדים עליה במטרה להתגבר על שינויים במפלסי

### איור 2

צמחים, חרקים ומיני חיות משתנים כאשר אגם (a) מומר למאגר (b) באמצעות בניית סכר. השינויים המהירים במפלס המים שנגרמים על ידי הסכר משפיעים על המינים שיכולים לחיות שם. הסכר יכול גם למנוע מינים, ובמיוחד מדגים, "לטייל" לאורך המערכת האקולוגית.



איור 2

## זרימות סביבתיות (Environmental Flows)

כמות של זרימות מים, תזמון ואיכות, במטרה לתחזק גם מערכות אקולוגיות וגם צרכים אנושיים.

PEW, Dam Removal in<sup>1</sup> Washington State Promises to Benefit Fish, Whales, and People  
<https://pew.org/2AmPQ8m>

Global River<sup>2</sup> Obstruction Database  
<https://scistarter.org/global-river-obstruction-database-grod>

Adaptive Management<sup>3</sup> of Barriers in European Rivers, AMBER  
<https://amber.international/>

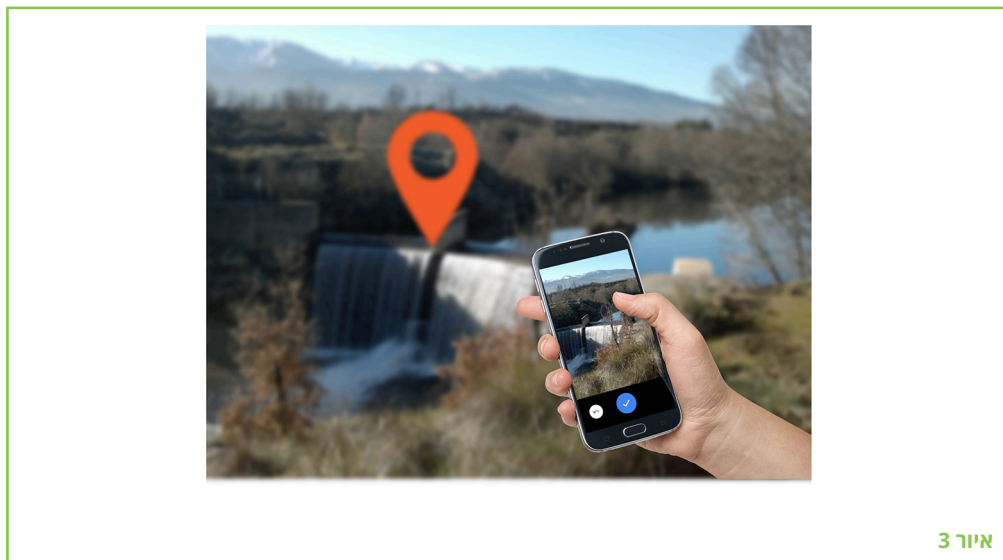
## איור 3

חבר קהילה מצלם ומתייג גיאולוגית סכר ומאגר באמצעות אפליקציית הטלפון הנייד Adaptive Management of Barriers in European Rivers (AMBER) (התמונה באדיבות פרויקט AMBER).

המים, היא להפעיל סכרים ומאגרים באופן כזה שהם יידמו יותר לתזמון ולמפלסים של אגם טבעי, בתהליך שנקרא **זרימות סביבתיות** [5]. המשמעות עשויה להיות שינוי המיקוד של ניהול הסכר והמאגר. במקום להתמקד רק בסיפוק מים ואנרגיה לבני אדם, זרימות סביבתיות יכולות לסייע לוודא ששחרורים של מים ומפלסי מים תומכים במינים שנהגו לחיות באותה המערכת האקולוגית. אפשר לבנות סביב לסכרים נתיבי נהרות, כמו מעקפים של כבישים מהירים שנמנעים ממרכזי ערים, במטרה לסייע למינים, לחומרים ולחומרי מזון לנוע לאזורים אחרים במערכת האקולוגית. אנו גם יכולים להסיר סכרים ישנים ולייבש מאגרים. בקהילות שבהן אנשים מבינים את ההשפעות השליליות שיש לסכרים על מינים מקומיים, מפרקים סכרים גדולים שמתחילים להתיישן ולהיות לא בטוחים<sup>1</sup>.

אומנם יש לנו רעיונות טובים לגבי איך להפחית את ההשפעות של סכרים ומאגרים גדולים על המערכות האקולוגיות באגמים ובנהרות שלנו, אולם ישנה בעיה מרכזית אחת. ממשלות ופרטים לא שמרו על תיעוד טוב של המקומות שבהם בנינו סכרים בנהרות ובאגמים לשם יצירת מאגרים. הקמנו מאגרים רבים לפני שהבנו שהשינויים האלה ישפיעו על צמחים ועל חיות שאיתם אנו חולקים את כדור הארץ. מדענים וחוקרים עוקבים כיום אחרי כל המאגרים הנתונים Global River Obstruction Database (GROD)<sup>2</sup>, משתמשים בתמונות לוויין שזמינות דרך Google Earth כדי לזהות סכרים בנהרות של כדור הארץ. מדענים אחרים, כמו אלה שבונים את מאגר הנתונים AMBER<sup>3</sup>, עובדים עם חברי קהילות במטרה לסמן גיאולוגית סכרים ומאגרים דרך אפליקציה בטלפון הנייד (איור 3).

כשאנו יודעים היכן המאגרים נמצאים, ממשלות, חוקרים, בעלי סכרים ואנשים שתלויים במאגרים יכולים לעבוד יחד כדי לקבוע כיצד להפעיל את הסכרים והמאגרים באופנים שימזערו את ההשפעות על מינים ועל תנועה של חומרי מזון וחומרים אחרים. כמו כן הם פועלים יחד למצוא את המקומות שבהם אנו יכולים להחזיר את המאגרים חזרה לאגמים ולנהרות הטבעיים. כאשר מאגר כבר לא נדרש והסכר מוסר, ראיות מראות שמערכות אקולוגיות יכולות להתאושש, ומינים מתחילים לחזור לנהרות [6]. כאשר מינים חוזרים, שבים איתם גם אירועים תרבותיים, טקסים שתלויים בהם וחגיגות שמציינות אותם<sup>1</sup>.



איור 3

## מסקנות

בני אדם בנו מאגרים בצורות ובגדלים שונים כדי לספק מים וכוח הידרואלקטרי לצרכינו שלנו. אולם על ידי הפיכת נהרות ואגמים למאגרים, אנו משנים את המערכות האקולוגיות הטבעיות ואת המינים שיכולים לחיות בתוך גופי המים האלה. אומנם יש לנו רעיונות לגבי האופן שבו אנו יכולים להפחית את ההשפעות של סכרים ומאגרים גדולים על המערכות האקולוגיות של נהרות ואגמים, אך ראשית אנו צריכים לדעת היכן הם קיימים על פני כדור הארץ. מדענים עובדים על מציאת המיקומים של סכרים ומאגרים ומיפויים, ועל מציאת מקומות שבהם אנו יכולים להפוך מאגרים חזרה לאגמים ולנהרות טבעיים. דרך אחת שבה קהילות ובתי ספר יכולים להיות מעורבים, היא להשתתף בפרויקט המיפוי הגלובלי הזה. לדוגמה, אפשר להוריד את אפליקציית AMBER ולהשתמש בה בכל העולם כדי למפות את המיקומים של סכרים<sup>3</sup> ואת תכונותיהם. פרויקט GROD השלים את המטלות הראשוניות שלו, אולם הזדמנויות עתידיות עדיין זמינות עבור אנשים צעירים שרוצים להיות מעורבים במיפוי סכרים ומאגרים<sup>4</sup>. ישנו מקום לאנשים צעירים להיות יצירתיים ולפתח שיטות חדשות או לתרום לפרויקטים קיימים, ולעזור לתעד היכן סכרים, מאגרים, ותשתיות קשורות נמצאים. באופן הזה, כולם יכולים להשתתף ולסייע בשימור המערכות האקולוגיות הטבעיות של אגמים ונהרות.

## תרומות המחברות

SJ-H ו-PB כתבו את כתב היד ושיפרו אותו יחד. PB יצרה את הגרפיקה.

## תודות

SJ-H מודה למימון מ-Welsh European Funding Office ומפרויקט European Regional Development Fund מספר 80761-SU-140 (מערב). אנו רוצות להודות לסוקרים שסייעו לשיפור איכות כתב היד הזה. אנו גם מודות ל-Bernhard Lehner ולקבוצת Global Dam Watch Working על שחיברו בינינו ויזמו את הדיאלוג לגבי סכרים, מאגרים ומערכות אקולוגיות של מים מתוקים.

## מקורות

1. World Commission on Dams. 2000. *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*. London, UK:Earthscan.
2. Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., et al. 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature* 569:215–21. doi: 10.1038/s41586-019-1111-9
3. World Atlas. *How Many Natural Lakes Are In Texas?* Available online at: <https://www.worldatlas.com/articles/how-many-natural-lakes-are-in-texas.html> (accessed June 12, 2020).

EOS, Europe's Rivers<sup>4</sup>  
Are the Most  
Obstructed on Earth  
<https://eos.org/articles/europes-rivers-are-the-most-obstructed-on-earth>

4. Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A., and Lunn, D. 2014. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy* 69:43–56. doi: 10.1016/j.enpol.2013.10.069
5. Richter, B. D., and Thomas, G. A. 2007. Restoring environmental flows by modifying dam operations. *Ecol. Soc.* 12:1–26. doi: 10.5751/ES-02014-120112
6. Rubin, S. P., Miller, I. M., Foley, M. M., Berry, H. D., Duda, J. J., Hudson, B., et al. 2017. Increased sediment load during a large-scale dam removal changes nearshore subtidal communities. *PLoS ONE* 12:e0187742. doi: 10.1371/journal.pone.0187742

פורסם אונליין: 29 בספטמבר 2022

נערך על ידי: Anna Regoutz

מנחה מדעי: Nina Markham

ציטוט: Beames P and Januchowski-Hartley SR (2022) על ההבדלים בין אנמים למאגרים. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.513858-he

תורגם והותאם: Beames P and Januchowski-Hartley SR (2021) Understanding Differences Between Lakes and Reservoirs. *Front. Young Minds* 8:513858. doi: 10.3389/frym.2020.513858

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

**COPYRIGHT** © 2021 © Beames and Januchowski-Hartley 2022. 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

### 17-14 גיל: FDR-HB\_PERU IGEN TEAM

אנו קבוצת ביולוגיה סינתטית עם המכונה המהונדסת הגנטית הבינלאומית (iGEM) בלימה, פרו. אנו קבוצת התיכון היחידה באמריקה הלטינית, גאים בעבודתנו ביצירת חישן לקדמיום באמצעות חיידקים. מרביתנו לומדים שפה שנייה, וטווח הגילים של קבוצתנו הוא 14-17. אנו אוהבים אורגניזמים מהונדסים גנטית!

## הכותבות

### PENNY BEAMES

Penny גדלה באגם ומאז גרה במרחק הליכה מאגם אחר, שני מצרים ושישה נהרות. היא החלה לחקור נהרות אחרי שעשתה רפטינג במי נהר הגנגס בהודו, ומאז עבדה על שימורם של נהרות. היא התחילה את מחקרה בכך שבחנה כיצד מדינות חולקות נהרות ברחבי גבולות. כיום Penny היא דוקטורנטית חוקרת



במחלקה לגיאוגרפיה באוניברסיטת מקגיל, שם היא חוקרת כיצד סכרים ומחסומי נהרות אחרים משפיעים על אנשים ועל מערכות אקולוגיות.



### STEPHANIE RENEE JANUCHOWSKI-HARTLEY

Stephanie גדלה בין אנמים לנהרות שיוצרים את אגן הימות הגדולים לאורנטיאן. כאדם צעיר, היא פיתחה אהבה לחיות כיס, במיוחד לקואלות, ועבור עבודת הדוקטורט שלה היא עברה מחופי אגם משיגן לאוסטרליה הטרופית, שם התמקדה בשאלות על שימור נהרות. היא הכי שמחה בחוץ, כשהיא מבלה את הזמן במים, בשחייה ובסקירה של יצורים שונים. תקוותה היא לעזור השראה באחרים להתחבר עם המים המקומיים המתוקים או המלוחים שלהם, ועם המינים שחיים מתחת לפני השטח.

\*s.r.januchowski@swansea.ac.uk

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