



## כאשר הטבע נעשה צמא

Rebecca H. Weissinger<sup>1\*</sup>, David Thoma<sup>2</sup> | Alice Wondrak Biel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>רשת מישור צפון קולורדו, שירות הפארקים הלאומיים, מואב, יוטה, ארצות הברית  
<sup>2</sup>רשת מישור צפון קולורדו ורשת ילוסטון רבתי, שירות הפארקים הלאומיים, בוזמן, מונטנה, ארצות הברית

### סוקרים צעירים

ETHAN

גיל: 8



KING'S

SCHOOL,

CANTERBURY

גיל: 15-14



מים הם מקור החיים. בלי מים, שום דבר אינו גדל, לרבות בני האדם! אולם, לא כל דבר בטבע יכול לקבל את כל המים שהוא צריך, כל הזמן. אם צמחים וחיות נהיים צמאים מדי, הם נכנסים למצב סְטָרְס (דִחָק). כאשר הטבע מתייבש, עלולים להתהוות תנאים מסוכנים כמו שרפות ותקופות בצורת. ישנה חשיבות רבה לכך שמנהלי פארקים לאומיים יבינו היכן הטבע נהיה צמא, ומתי. בתור מדענים, אנו מנטרים כמה מים יורדים כגשם וכשלג. לאחר מכן, אנו מחסירים את כמות המים שעוזבים דרך נהרות, מי תהום, או אידוי. המים הנותרים יכולים לשמש צמחים וחיות. כדי שנוכל לדעת עד כמה צמחים צמאים, אנו משווים בין כמות המים שהצמחים רוצים ובין כמות המים הזמינים. ככל שחם יותר, כך המים נעלמים מהר יותר. על ידי ידיעת הזמנים והמקומות שבהם הטבע צמא, מנהלי פארקים יכולים לפעול במטרה לסייע בהגנה על פארקים.

## איך אנו יודעים מתי הטבע צמא?

כיצד אתם מרגישים כשאינכם שותים מספיק מים? הִפֶּה נעשה דביק; חם לכם, ואז מגיעה התחושה של התייבשות. צָמָא, כמו רָעַב, הוא צורך שיש לספק. כל צמח וחיה עשויים להיות צמאים, ללא תלות היכן הם ממוקמים; מה גודלם, או מה גילם. ביכולתכם לדעת אם צמח בבייתכם צמא, באמצעות עליו הנפולים או הקמלים. כיצד מנהלי פארקים לאומיים יכולים לדעת אם היער או משטח הדשא או המדבר צמאים? מתי נחל או אדמה רטובה נעשים צמאים?

## צורות מים רבות – באיזון

לפני שנוכל להבין צָמָא בטבע, עלינו לחשוב על מים והיכן הם קיימים. דְמִיִּינוּ את עצמכם מטיילים בפארק הלאומי האהוב עליכם. אתם הולכים בשביל מתפתל ומאתרים אזור עם נוף יפהפה של מים. מה אתם רואים? אגם על ההר? גלים באוקיינוס? כעת, חבשו את מגבעת הבלש שלכם והסתכלו שוב. האם תוכלו למצוא עוד מים? הנה לכם רמז: מים נמצאים בכל מקום, ומתחבאים ממש מול העיניים! מים עשויים להיות קפואים בְּצוּרַת שלג או קרח. ישנם מים שזורמים במעלה גזע העץ שלידכם, בתור לְשֵׁד, כלומר כוח החיים שלו, ופועמים בדמו של הסנאי שבענפי העץ. ישנם מים בלתי נראים באוויר שסביבכם. ישנם מים אפילו באדמה שמתחת לרגליכם. בהינתן שיש מים בכל כך הרבה צורות ומקומות, כיצד מדענים יכולים לעקוב אחר כל זה? כדי לסייע לנו בכך, אנו משתמשים ברעיון שנקרא **איזון מים**. המשמעות העומדת מאחוריו היא כי מים שנכנסים לתוך מערכת שווים למים שיוצאים החוצה מהמערכת. מתקיים ביניהם איזון, כמו משוואה מתמטית!

נתחיל עם מערכת שאתם מכירים היטב: הגוף האנושי. המים שנכנסים לגוף הם המים שאתם שותים. חלק מהמים מאוחסנים בתאים לשימוש על ידי הגוף. ככל הנראה תוכלו לחשוב על דרך אחת שבה מים עוזבים את הגוף – בתור שתן! דרכים נוספות שבהן מים עוזבים את הגוף הן כשאתם נושמים וכשאתם מזיעים. לוי היה באפשרותכם למדוד זאת, הייתם יודעים בכמה מים הגוף שלכם משתמש כדי לשמור עליכם חיים ובריאים. אולם, חלק מהמים הללו קשים למדידה. כיצד תוכלו למדוד את המים הבלתי נראים בנשימתכם, או את הזיעה שמקררת אתכם באמצעות **אידי**?

זה המקום שבו מתמטיקה נעשית שימושית. אם תיקחו את הקלטים אשר קל למדוד (כמות המים שאתם שותים), ותפחיתו את הפלטים שקל למדוד (נפח השתן שלכם), עדיין יישארו מים. החלק שנותר הוא כל השאר: אחסון, זיעה ונשימה. אם כן, המים שאתם שותים שווים למים שעוזבים את הגוף, אך ישנם מים שנשארים בתוכם ושומרים עליכם בחיים. כל המים שנעים לתוך הגוף, דרכו והחוצה ממנו הם איזון המים האישי שלכם.

## מה לגבי מים בטבע?

מים בטבע פועלים ממש כפי שהם פועלים בגופכם. לפארק למשל הם נכנסים כגשם או כשלג. ראו אם אתם יכולים לעקוב אחר נתיבים נשמים עשויים לנוע בהם בפארק כמו יְלוֹקְטוֹן שבצפון-מערב ארה"ב, באיור 1. חלק מהמים ממלאים נהרות; נחלים, ואדמות רטובות

### איזון מים (Water balance)

הרעיון שלפיו מים שזורמים לתוך מערכת, כמו גשם ושלג, שווים למים שמאוחסנים במערכת בתוספת המים שזורמים החוצה מהמערכת.

### אידי (Evaporation)

התהליך שבו מים הופכים מנוזל לגז.

**דיות****(Transpiration)**

התהליך שבו מים נעים דרך צמח, והחוצה ממנו דרך עָלֵי הצמח.

**אידי-דיות****(Evapotranspiration)**

סך המים שנעים לתוך האוויר דרך אידי ודיות.

**איור 1****באיזון המים של הטבע ישנן**

'בריכות' שונות. עם סוגי ה'בריכות' הללו נמנים למשל נהרות; שלג; אדמה ואוויר. בדוגמה הזו מהפארק הלאומי ילוסטון בארה"ב, צמחים וחיות משתמשים בבריכות השונות כדי לשרוד ולשגשג (הדיאגרמות להמחשה יוצרו על ידי רשת מישור צפון קולורדו; האלמנטים הגרפיים באדיבות רשת אינטגרציה ויישום, המרכז למדעי הסביבה, אוניברסיטת מרילנד

[\[ian.umces.edu/symbols/](http://ian.umces.edu/symbols/) מקרא (מלמעלה למטה ומשמאל לימין):

Precipitation = משקעים

Temperature = מעלות

חום (טמפרטורה)

Rain = גשם

Snow = שלג

Snowpack storage =

אחסון ערימות שלג

Snowmelt = הפשרת שלגים

אידי = Evaporation

דיות = Transpiration

אחסון = Soil water storage

מי קרקע

Soil moisture = לחות

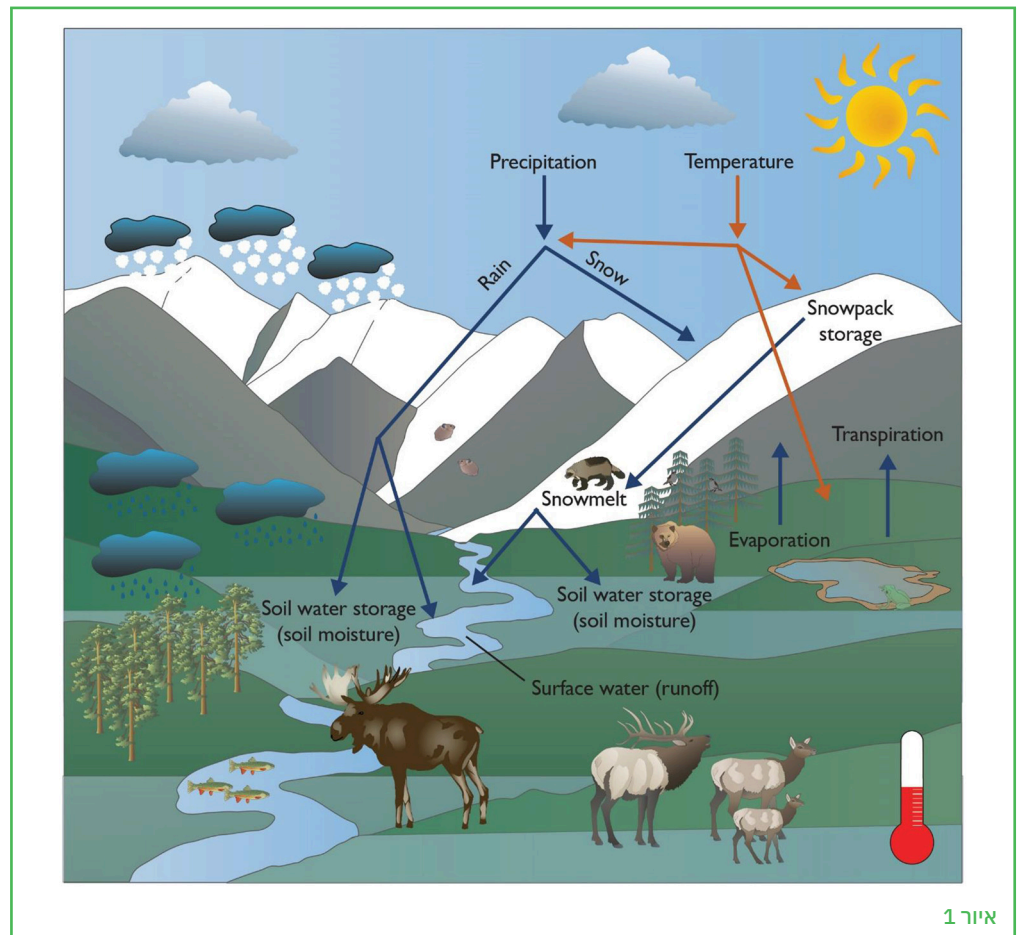
של האדמה

Surface water = מים של

פני השטח

Runoff = זרימת מים (נגר).

שבהם חיי הפרא יכולים ליהנות מלגימה קרירה. מים אחרים מאוחסנים באדמה, שבה הם יכולים לשמש צמחים. מים חבויים אלה הם כמו המים בתאי הגוף, ששומרים עליכם בחיים. בדומה לזיעה שלכם, חלק מהמים מתאדים מהאדמה ודרך עלי צמחים, כשאלה מייצרים מזון. אידי מים דרך עלים של צמחים נקרא **דיות**, ולמעשה האוויר היבש הוא שמושך את המים דרך הצמחים, כשם שאתם עושים בעת שתייה דרך קש. לתיאור התהליך שבו מים בטבע חוזרים לאוויר דרך אידי ודיות, מדענים חיברו את שתי המילים האלה ויצרו את המונח: **אידי-דיות**. כאשר מים נמצאים באוויר, הם כבר לא זמינים לשימוש צמחים וחיות.

**איור 1**

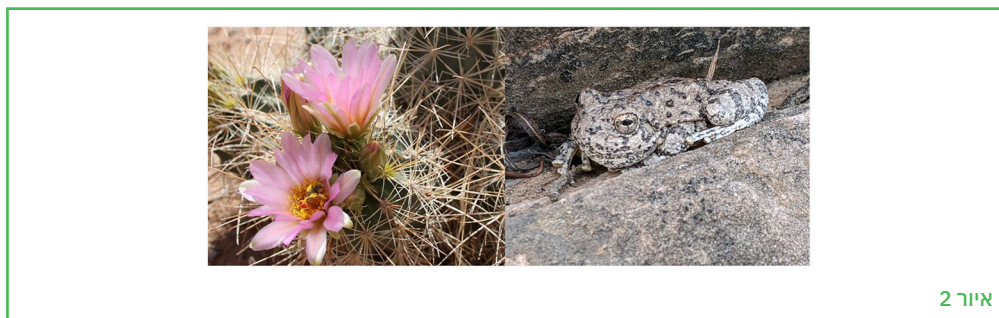
כדי להבין צָמָא בטבע, מדענים צריכים לדעת כמה מים נמצאים בבריכות שונות (נחלים; אדמות רטובות; קרקע וצמחים), ולאן המים הולכים כשהם עוזבים את הפארק. מדענים חוקרים צמחים וחיות לאורך הזמן, ובודקים את התנאים שלהם בשנים יבשות ובשנים רטובות. מה שהם מוצאים שוב ושוב הוא כי צמחים וחיות שורדים במקומות שיש בהם את סוג המים הנכון (קפואים, נוזליים, או גזיים), בכמויות הנכונות ובזמנים הנכונים כדי לספק את צורכיהם. צפרדע וקטוס יכולים שניהם לחיות במדבר אם יהיו להם בריכות המים הנכונות בזמנים הנכונים (איור 2). אנו אומרים כי הצמחים והחיות האלה **מותאמים** לסביבות שלהם. אולם, אין זה אומר שהתנאים מושלמים כל הזמן. בחלק מהשנים יורדים יותר גשם ושלג בהשוואה לשנים אחרות. הגיוני שהטבע נעשה צמא כאשר יורדים פחות גשם ושלג מהרגיל, מאחר שאז ישנם פחות מים בסביבה. אולם, גורם חשוב אחר מסייע לקבוע את מידת הצמא, והוא חום!

**מותאם****(Adapted)**

בעל תכונות אשר מקילות על החיים ועל ההישרדות במקום מסוים.

## איור 2

קקטוס וצפרדע-עצים יכולים שניהם לחיות במדבר, מאחר שהם משתמשים בבריכות מים שונות כדי לשרוד. הקקטוס משתמש במים שמאוחסנים באדמה ובגבעול שלו, בעוד שהצפרדע לעולם אינה מתרחקת מנחל או מאדמה רטובה (התמונות צולמו על ידי R. Weissinger ו-M. Weissinger ליד מואב, יוטה, ארה"ב).



איור 2

## מה מתרחש כאשר הטמפרטורה עולה?

כמה מים אתם שותים ביום? האם הכמות שונה אם אתם רצים בחוץ או קוראים ספר בבית? כשאתם מבצעים פעילות גופנית, אתם נושמים בכבדות, מזיעים ומאבדים מים. אובדן המים הזה עלול להצטבר! במטרה לספק את צורכי הגוף במהלך רכיבה על אופניים בקיץ, עליכם לשתות כדי למלא שוב את מאגר המים בגוף. ממש כמוכם, צורכי המים של צמחים וחיות יכולים להשתנות. בתנאי מזג אוויר שבהם חם, שמשי ויבש, המים בקרב צמחים וחיות אוזלים מהר יותר, מאחר שתהליך האידי-דיות מהיר יותר.

זכרו את איזון המים: המים שנכנסים שווים למים שיוצאים. אם יותר מים נכנסים לאוויר דרך אידי-דיות, פחות מים זמינים בנחלים; בנהרות ובאדמות רטובות. במצב זה האדמה מתחילה להתייבש גם כן, ונעשה קשה יותר לצמחים ולחיות לקבל את המים שהם צריכים. אולם, שלא כמוכם, צמח אינו יכול לקחת כוס מים להרוויית צימאנו, ואפילו מרבית החיות אינן יכולות לנוע הרחק כדי למצוא מים. אלא אם יורדים גשם או שלג, הבריכות של הטבע – נחלים; אדמות רטובות; נהרות; אגמים; לחות באדמה; מים בצמחים ובחיות – מתרוקנות יותר ויותר. חם הוא חלק חשוב במתמטיקה של איזון המים: הוא קובע כמה מים נעים מבריכות, נשם צמחים וחיות יכולים להשתמש בהם, אל האוויר, נשם אינם נגישים.

## מה קורה כשצמחים וחיות נעשים צמאים?

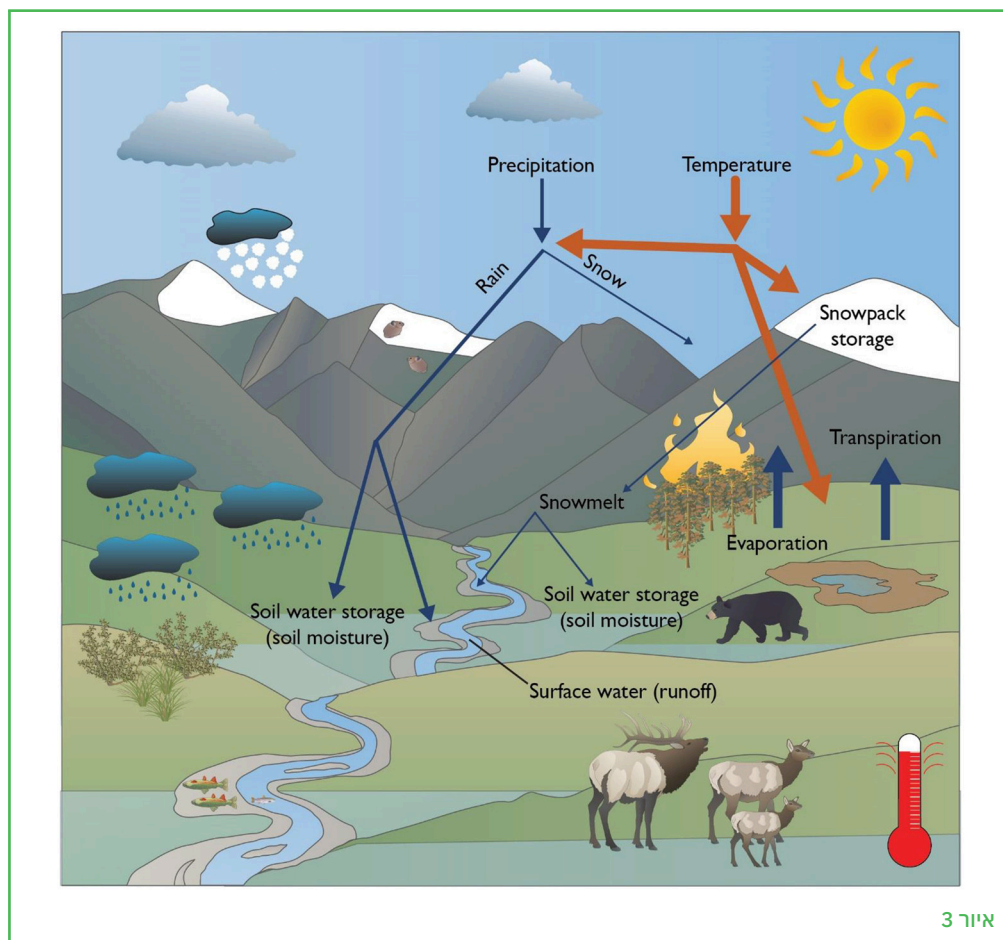
כאשר צמחים וחיות אינם יכולים לקבל את כל המים שהם צריכים, הם נהיים צמאים. בטבע, צמא זה נקרא **בצורת** – תופעה שאותה עלולים לחוות כל צמח וחיה. באמצעות איזון המים, מצאנו כי בימים חמים, מעיינות מדבר בפארק הלאומי אֶרְצֶ'ס שבמזרח מדינת יוטה, ארה"ב, מכילים פחות מים שחיות פרא יכולות לשתות [1]. חֶרְפִים חמים מביאים עימם פחות שלג, ומשנים את המקומות שבהם סְלֶמֶנְדְרוֹת בפארק הלאומי יְלוֹסְטוֹן יכולות לחיות [2]. נוסף על כך תנאי יובש מְקֻשִים על צמחים לגדול, ומאפשרים ליערות לעלות באש ולהמשיך לבעור [3, 4]. כמה הבדלים אתם יכולים לאתר כשאנו מוסיפים חום לפארק הלאומי ילוסטון, באיור 3? סוגי צמחים משתנים וחיות מסוימות, כמו פִיקוֹת (משפחה הארנבאים) וְגֶרְגָרְגִים (יונק טורף ממשפחת הסמוריים. שוכן בחלקים הצפוניים של כדור הארץ), נעים למקומות חדשים [5]. איזון מים משתנה יכול לשנות סביבות מחיה אינדיבידואליות, או אפילו נופים שלמים.

## בצורת (Drought)

מְשָךְ הזמן שבו מים חסרים, ומידת המחסור בהם.

## איור 3

מדענים חוזים כי שינויים רבים יתרחשו בפארק הלאומי ילוסטון עם עליית הטמפרטורות. השוו איור זה לאיור 1 – כמה שינויים תוכלו למצוא? חלק מהשינויים האלה צפויים להתרחש בעתיד, כמו למשל שינויים במקומות שבהם גרגרים ואיילים קוראים יכולים לחיות. חלק מהשינויים כבר החלו, כמו שרפות גדולות והתייבשות של אדמות רטובות [הדיאגרמות להמחשה יוצרו על ידי רשת מישור צפון קולורדו, האלמנטים הגרפיים באדיבות רשת אינטגרציה ויישום, אוניברסיטת מרילנד (ian.umces.edu/symbols/)].



איור 3

### כיצד ביכולתנו לסייע לטבע להתמודד עם החום?

אנו יודעים כי טמפרטורות ברחבי העולם עולות. כשהעולם נעשה חם יותר, מקומות רבים שחשובים עבורנו יחוו יותר בצורת, אפילו אם ירדו אותן כמויות גשם ושלג. הבנת איזון מים יכולה לסייע למנהלי פארקים להתכונן לקראת העתיד, בכך שתעזור להם לדעת אילו צמחים וחיות עלולים לחוות בעיות; אילו עשויים להיות בסדר, ואילו מקומות יאפשרו לצמחים ולחיות לשגשג.

מנהלי פארקים אינם יכולים פשוט להוסיף מים כדי למנוע בצורת – פארקים הם הרבה יותר מדי גדולים עבור כך. במקום זאת, מנהלים יכולים לסייע לצמחים ולחיות בדרכים שונות. באמצעות חישוב מאזן המים של הטבע, מנהלי פארקים יודעים מתי מדורות שמובערות בקמפינג עלולות להתלקח לשרפות יער. הם יכולים לדעת מתי נחלים זקוקים ליותר מים, ומתי דגים צריכים לעבוד קשה יותר כדי לשרוד. במקרים אלה, הם עשויים לפרסם שלטים אשר מורים על איסור להדליק מדורות, או לדוג. כאשר התנאים משתפרים, מורידים את השלטים האלה.

מוכנות לשינויים עשויה לסייע למזער את ההשפעות של בצורת ושל חום. הנה כמה פעולות שמנהלי פארקים יכולים לנקוט כדי להתכונן לקראת עתיד חם יותר:

- לטעת עצי אורן במדרונות הקרים יותר של הפארק הלאומי ילוסטון, למשל.
- לבחור סוגי דשא שחיות פרא אוהבות לאכול, אשר מותאמים לבצורת במדבר.
- להשתמש במדורות יזמות במטרה לפנות סבך שיחים ולהגן על חורשות של עצי סקוניה ענקיים מפני שרפות חמורות.
- לחזות אילו בריכות ימשיכו להתקיים עבור צפרדעים, ולוודא פינוי דגים שאינם מקומיים, האוכלים צפרדעים מבריכות אלה, כדי לסייע להגן על בטיחות הצפרדעים.
- להתכונן לאפשרות שמקורות מי שתייה עלולים להתייבש, כך שלמטיילים עתידיים יהיו מספיק מי שתייה!

באמצעות הבנת האופן שבו חום ומים מתקשרים במאזן המים של הטבע, מנהלי פארקים מתכננים לקראת ימים חמים ויבשים יותר שיגיעו בעתיד. אולם, עדיין יש הרבה שעלינו ללמוד. האם תוכלו לסייע למדענים למצוא פתרונות עבור הטבע?

## מקורות

1. Weissinger, R., Philippi, T., and Thoma, D. 2016. Linking climate to changing discharge at springs in Arches National Park, Utah, USA. *Ecosphere* 7:e01491. doi: 10.1002/ecs2.1491
2. Ray, A. M., Sepulveda, A. J., Irvine, K. M., Wilmoth, S. K. C., Thoma, D. P., Patla, D. A., 2019. Wetland drying linked to variations in snowmelt runoff across Grand Teton and Yellowstone national parks. *Sci. Total Environ.* 666:1188–97. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.296
3. Thoma, D. P., Tercek, M. T., Schweiger, E. W., Munson, S. M., Gross, J. E., and Olliff, S. T., 2020. Water balance as an indicator of natural resource condition: case studies from Great Sand Dunes National Park and Preserve. *Glob. Ecol. Conserv.* 24:e01300. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01300
4. Allen, C. D., Breshears, D. D., and McDowell, N. G. 2015. ESA Centennial Paper on underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere* 6:1–55. doi: 10.1890/ES15-00203.1
5. Ashton, I. 2010. *Observed and Projected Ecological Response to Climate Change in the Rocky Mountains and Upper Columbia Basin, Natural Resource Report NPS/ROMN/NRR-2010/220*. Fort Collins, CO.

פורסם אונליין: 05 בינואר 2024

נערך על ידי: Anna Regoutz

מנחים מדעיים: Maggie Chen | Geoffrey Winston Nelson

ציטוט: Weissinger RH, Thoma D | Biel AW (2024) כאשר הטבע נעשה צמא. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.610018-he

Weissinger RH, Thoma D and Biel AW (2021) When Nature Gets Thirsty. **תורגם והותאם מ:** Front. Young Minds 9:610018. doi: 10.3389/frym.2021.610018

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

**זכויות יוצרים © 2021 © 2024 Weissinger, Thoma | Biel**. 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

### ETHAN, גיל: 8

Ethan בן 8, תלמיד כיתה ג'. הוא נהנה לקרוא; לכתוב, וללמוד מתמטיקה והיסטוריה. בזמנו הפנוי, הוא משחק כדורסל וטניס, ועוסק במגוון ענפי ספורט אחרים עם אחיו הצעיר. הוא גם אוהב לחקור את הטבע וללמוד על אודותיו. Ethan גר בוורג'יניה, ארה"ב, עם אחיו הצעיר והוריו. באחד הימים הוא מקווה שתהיה לו חיית מחמד.



### KING'S SCHOOL, CANTERBURY, גיל: 14-15

אנו תלמידי כיתה י' אנרגטיים, סקרנים לגבי המדע העכשווי. שמחים שמדענים עושים את המְרָב כדי להמשיך את מחקריהם חרף קשיים המתעוררים בדרך. משמח אותנו שאנו יכולים לתמוך בהם באמצעות הסקירה הזו.



## הכותבים

### REBECCA H. WEISSINGER

Rebecca H. Weissinger חוקרת מים בפארקים לאומיים ביוטה ובקולורדו, ארה"ב. יש לה שני ילדים והיא אוהבת לטייל; לשוט ולצאת לקמפינג עם המשפחה. בעבודתה – החלק הכיפי ביותר הוא טיול למעיינות במדבר; החלק המאתגר ביותר הוא לנסות להבין כיצד המים נעים מתחת לקרקע במקומות שבהם לא ניתן לראותם, והימים הטובים ביותר הם כאשר היא משתמשת במדע כדי לסייע לפארק להגן על המים שלו, עבור העתיד. [\\*rebecca\\_weissinger@nps.gov](mailto:rebecca_weissinger@nps.gov)



### DAVID THOMA

David Thoma חוקר מים בכל צורותיהם, ואת האופן שבו הם משפיעים על הטבע בפארקים לאומיים. בתמונה, הוא בוחן את האדמה במטרה לראות כמה מים היא יכולה להכיל. David משתמש במדידות שמבוצעות על הקרקע ובמדידות שנערכות על ידי לוויינים כדי להבין את תגובת הטבע לשפע במים, או למחסור בהם. הוא אוהב לחקור איזון מים בטבע! כלי זה יכול לסייע למנהלים להבין כיצד הטבע עשוי להגיב לשינויי אקלים, ומה ביכולתנו לעשות כדי לסייע.



**ALICE WONDRAK BIEL**

Alice Wondrak Biel מסייעת למדענים לבטא את מחשבותיהם דרך כתיבה ותמונות. מרבית עבודתה מתבצעת מול מְחֻשָּׁב, תוך עבודה עם מילים ותמונות במטרה לוודא שכולם יוכלו להרוויח מהסיפורים שיש למדענים לספר. אולם, אחד החלקים הטובים ביותר בעבודתה הוא כאשר היא יוצאת החוצה ורואה דברים דרך העדשות שלה!

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**