

שימוש בחום שמתחת לרגלינו: אנרגיה גיאותרמית

Susan Hamm*, Elisabet Metcalfe

המשרד לטכנולוגיות גיאותרמיות, משרד האנרגיה האמריקאי, וושינגטון די. סי, ארצות הברית

סוקרים צעירים



אנרגיה גיאותרמית (Geothermal Energy)

אנרגיה תרמית (חום) שמופקת בכדור הארץ ומאוחסנת בו.

אנרגיה מתחדשת (Renewable Energy)

אנרגיה שנאספת ממקורות שמתחדשים באופן טבעי במחזור חיים של בן אדם.

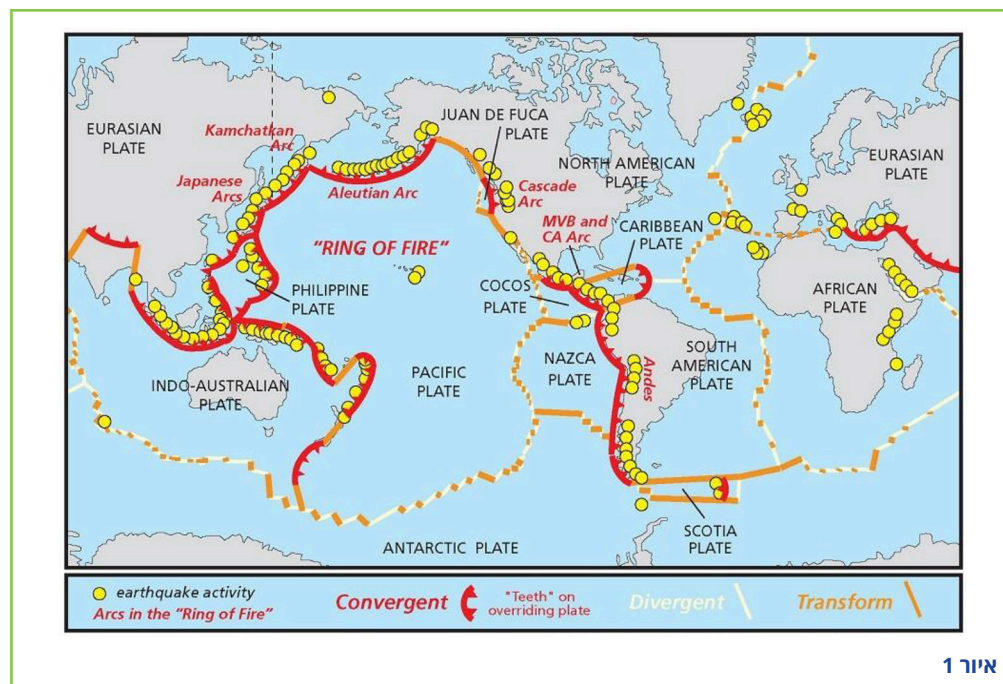
האם ידעתם שעמוק למטה, כדור הארץ חם מאוד, ושהחום הזה יכול לייצר אנרגיה? האנרגיה הזו, שנקראת אנרגיה גיאותרמית, יכולה ליצור חשמל בכל רחבי העולם! הכול מתחיל עם מים. מים נמצאים בתוך סלעים כמעט בכל מקום, אפילו עמוק מאוד מתחת לפני השטח של כדור הארץ היכן שחם מאוד. המים בתוך הסלעים החמים חמים מאוד גם הם, ואז כשהנוזל הזה מגיע לפני השטח של כדור הארץ, הוא יכול ליצור חשמל שידליק נורה, יטען את הטלפון הנייד שלכם, ואפילו יתניע את הרכב שלכם! אנרגיה גיאותרמית היא אנרגיה ירוקה! היא לא משחררת פחמן דו-חמצני לאטמוספירה, היא כמעט בלתי נדלית, והיא זמינה 24/7 מאחר שהחלק הפנימי של כדור הארץ תמיד חם. בעתיד, מדענים מקווים להרחיב את השימוש באנרגיה גיאותרמית באמצעות שיפורים טכנולוגיים, ולהביא את האנרגיה העוצמתית והמתקת הזו לאפילו יותר ערים ועיירות.

מהי אנרגיה גיאותרמית?

אנרגיה גיאותרמית היא אנרגיה מתחדשת שמופקת מהחום שבתוך כדור הארץ. אנו יכולים להשתמש באנרגיה הזו לא רק להפקת חשמל אלא גם לחימום בניינים או קירורם, ועבור ספא ומעיינות חמים.

איור 1

מפה של העולם שמראה לוחות טקטוניים וגבולות טקטוניים. טבעת האש מסתובבת סביב ההיקף של הלוח הפסיפי (שירות הפארק הלאומי). גבולות מתכנסים, שמוצגים באדום, הם מקומות שבהם לוחות נעים זה לכיוון זה. גבולות מתבדרים, שמוצגים בלבן, הם מקומות שבהם לוחות נעים הרחק זה מזה. גבולות מומרים, שמוצגים בזהב, הם מקומות שבהם הלוחות מחליקים אחד על פני השני. הנקודות הצהובות מייצרות פעילות של רעידות אדמה, שאתם יכולים לראות כי הן הכי פעילות בקצוות של הלוחות. מפת הלוחות הטרקטוניים באדיבות שירות הפארק הלאומי.



איור 1

אולם מהיכן החום הזה מגיע? החום במרכז כדור הארץ הוא תוצר לוואי של תגובות כימיות וגרעיניות שמתרחשות במעמקי הליבה של כדור הארץ – תגובות שהתרחשו במשך מיליארדי שנים. תוצר לוואי שכיח של התגובות האלה הוא חום, שלאט-לאט מתקדם דרך כדור הארץ כך שאנו יכולים להגיע אליו באמצעות קדיחה בתוך האדמה. מאחר שהתגובות האלה עמוק בתוך כדור הארץ ימשיכו להתרחש, כל חום שנשתמש בו יוחלף, או יחודש. תגובות גיאותרמיות, יחד עם אנרגיית שמש, אנרגיית רוח וכוח של המים, נחשבות מקור לאנרגיה מתחדשת מאחר שאנו יכולים להשתמש בו לנצח.

היכן אנו מוצאים אנרגיה גיאותרמית?

אף על פי שחום ממרכז כדור הארץ מתקדם לפני השטח בכל מקום, החום מרוכז בקצוות של **לוחות טקטוניים**. לוחות טקטוניים הם חתיכות מפני השטח של כדור הארץ שמתאימות כמו חתיכות פאזל, ונעות סביב באיטיות, בערך באותה מהירות כמו גדילת הציפורניים שלכם. הלוחות האלה יכולים להתחכך זה בזה, או להחליק אחד מתחת לשני, כך שהקצוות שלהם חמים מהם והם נחשבים מקומות דינמיים. הקצוות של לוחות טקטוניים מאופיינים בהרבה רעידות אדמה, כמו בקליפורניה, והרי געש, כמו ביפן. לדוגמה, הקצה של הלוח הפסיפי נקרא טבעת האש בשל המספר הגבוה במיוחד של רעידות אדמה והרי געש שמתרחשים שם (ראו איור 1). החלק המערבי של ארצות הברית הוא חלק מטבעת האש, כך שיותר חום מובל לפני השטח של כדור הארץ במדינות כמו ניוואדה וקליפורניה. זה המקום שבו אתם יכולים למצוא את כל תחנות הכוח הגיאותרמיות שיש בארצות הברית כיום.

הסתכלו על מפת הלוחות הטקטוניים לעיל, והתבוננו במדינות שדרךן עוברים הגבולות. האם אתם מבחינים בתבנית? מדינות עם הרבה אנרגיה גיאותרמית, כמו איסלנד ואינדונזיה, יושבות ממש על גבי גבולות של לוח. חשבו על כל הפוטנציאל של אנרגיה גיאותרמית ברחבי הגלובוס!

לוחות טקטוניים (Tectonic Plates)

חתיכות משכבת כדור הארץ שמתאימות יחד כמו פאזל. במהלך הזמן הצלחות נעות ומתקשרות זו עם זו, מה שמוביל לפעילות געשית ולרעידות אדמה על הקצוות שלהן.

כמה חשמל גיאותרמי מיוצר כיום?

הרבה **ג'יגהוואטים**! ג'יגהוואט, שבדרך כלל מקוצר כ-GW, יכול לספק חשמל לכ-1,000,000 בתים. ישנם כ-12.8 ג'יגהוואטים של חשמל שמבוסס על אנרגיה תרמית שמיוצר ברחבי העולם, וכ-3.5 ג'יגהוואט בארצות הברית בלבד. כוח של 3.5 ג'יגהוואט יכול לספק חשמל לכ-3,500,000 בתים – שקול לכמעט כל הבתים במדינת ג'ורג'יה! זה אולי נשמע הרבה, אבל זה עומד לגדול עוד יותר: ישנם 1.3 ג'יגהוואטים של חשמל שנמצאים כיום בפיתוח!

מה יוצר מאגר גיאותרמי?

כדי להצליח להשתמש באנרגיה הגיאותרמית הזו במעמקי כדור הארץ, אנו צריכים שלושה רכיבים: (1) חום, (2) נוזל, ו-(3) **חדירות**, או נתיבים דרך הסלעים. כפי שכבר ציינו, חום ממרכז כדור הארץ נע לפני השטח של כדור הארץ באופן טבעי, ונמצא בכל מקום מתחת לאדמה, למרות שכמות החום משתנה מעט ממקום למקום.

אנו גם זקוקים לנוזל שזורם בתוך סלעים מתחת לאדמה שיספוג את החום ויביא אותו אלינו לפני השטח. הנוזל הזה הוא לא המים הרגילים שאתם מכירים; הוא לא כמו מים שמגיעים אליכם מהברז, או מי אוקיינוס, או מים חקלאיים, או שום דבר שראיתם בעבר. לנוזל הזה יש צבעים מוזרים, ריחות משונים, והוא זורם אחרת.

לבסוף, אנו צריכים שיהיו לנו נתיבים לזרימת מים מתחת לאדמה. הנתיבים האלה בדרך כלל מורכבים מסדקים, או שברים בסלעים, שהם קטנים מאוד ומחוברים זה לזה. הסדקים האלה מאפשרים לנוזל להסתובב לאט ולהתחמם.

כשלושת הדברים האלה מתרחשים יחד הם יוצרים **מאגר גיאותרמי**. אנו יכולים לשאוב מים מהמאגר, להעביר אותם דרך תחנת כוח, להשתמש בהם לסובב **טורבינה**, ולהפיק חשמל. לאחר מכן, אפשר לשלוח את החשמל לבתים באצעות קווי תמסורת. אם אין לנו את שלושת הדברים האלה יחד, אין דרך להפיק שום כוח מהאנרגיה הגיאותרמית.

ייתכן שאתם שואלים: "טוב, החום אולי מתחדש, אולם מה לגבי הנוזל? האם הנוזל החם יכול להינמר?" למעשה, אחרי שהמים החמים שימשו לייצור אנרגיה, אפשר להחזיר אותם אל מתחת לאדמה, שם ניתן לחמם מחדש את המים ולהפיק שוב חשמל (ראו איור 2). זה מעגל מושלם!

האם בני אדם יכולים לייצר בעצמם את המשאבים הגיאותרמיים שלהם?

ישנו מחקר רב שנערך בימים אלה במטרה להבין כיצד ליצור מאגרים גיאותרמיים במקומות שבהם ישנם סלעים חמים מתחת לאדמה. במקומות מסוימים, ישנם הרבה סלעים חמים אולם בעלי חדירות נמוכה או מעט נוזלים שיכולים להביא את החום לפני השטח לצורך הפקת אנרגיה. במקרים האלה, אפשר אולי להזריק נוזל לתוך הסלעים החמים וליצור חדירות. המאגר הזה שכולל התערבות ידי אדם, עשוי לאפשר לחשמל גיאותרמי להיות מיוצר בכל מקום. לא רק שנוכל לבנות תחנות כוח גיאותרמיות על פני השטח של כדור הארץ אלא שגם נוכל לבנות

ג'יגהוואט (Gigawatt)

יחידת מידה של אנרגיה.
ג'יגהוואט אחד (מקוצר כ-GW)
יכול לספק חשמל
לכ-1,000,000 בתים.

חדירות (Permeability)

יכולתו של חומר לאפשר
לזורמים לעבור דרכו, בדרך
כלל דרך סדקים או חורים
מקושרים קטנים בחומר.

מאגר גיאותרמי (Geothermal Reservoir)

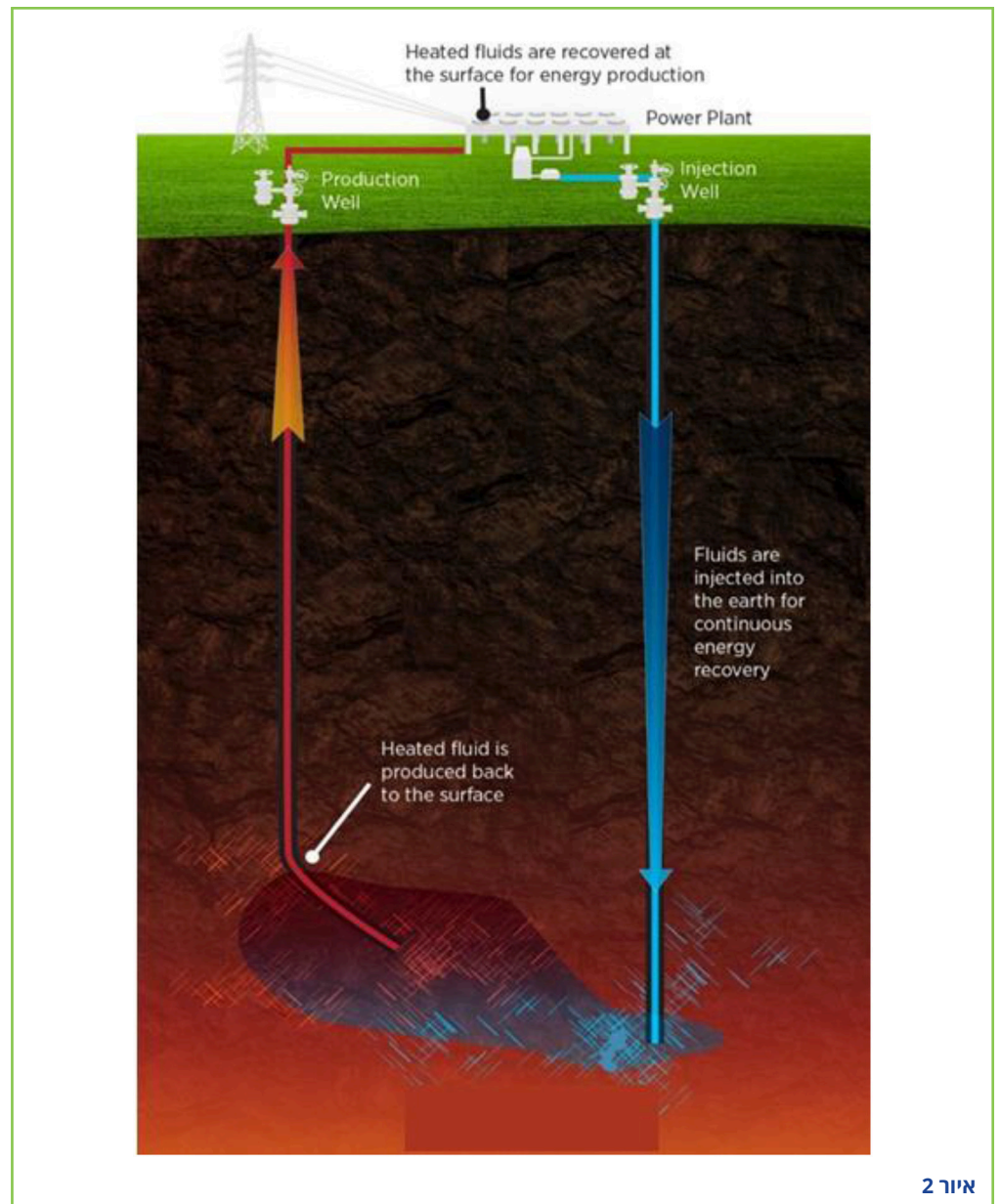
מקום שבו אנרגיה יכולה להיות
מופקת מהאדמה בשל
הימצאותם של
תנאים מתאימים.

טורבינה (Turbine)

מכשיר מכני שמסתובב ומייצר
חשמל כשהוא משולב
עם גנרטור.

איור 2

האיור הזה מציג את הזרימה של זורמים בתחנת כוח שמתמשת באנרגיה ממאגר גיאותרמי (משרד האנרגיה). מים חמים מעומק האדמה נשאבים לבאר ההפקה ונשלחים לתחנת הכוח. בתוך תחנת הכוח, החום מהמים משמש לטובב טורבינה, מה שמייצר חשמל. ברגע שנעשה שימוש בחום של המים, המים כעת קרים ומוחזרים אל מתחת לפני השטח דרך באר הזרקה. המים כעת יתחממו שוב במהלך הזמן, ויעברו שוב דרך המעגל.



איור 2

מאגרים גיאותרמיים מתחת לאדמה. זה יהיה מהפכני, ונוכל לייצר כמעט 500 GW נוספים של חשמל ממה שמיוצר כיום מאנרגיה גיאותרמית.

איזה מחקר נערך במטרה להגדיל את המשאבים הגיאותרמיים שלנו?

הרבה אנשים מהרבה תחומי מומחיות עובדים כדי להבין איך לנצל יותר אנרגיה גיאותרמית. לדוגמה, מדעני מחשב מלמדים מחשבים כיצד לחפש סלעים חמים; מהנדסים ממציאים דרכים חדשות לקדוח מאגרים גיאותרמיים ולבנותם; והרבה מדענים מלכלכים את ידיהם בעבודה מחוץ למעבדות כדי לבחון את ההמצאות שלהם שקשורות באנרגיה תרמית בתנאים של העולם האמיתי. לבסוף, שיתוף הוא חלק עצום מהתקדמות באנרגיה גיאותרמית. שיתוף נתונים, שיתוף רעיונות, שיחות על העתיד ותרומה למחקרים המדעיים אחד של השני.

הקהילה הגיאותרמית היא משפחה קרובה, וחבריה תמיד מעודדים זה את זה ועוזרים אחד לשני.

לסיכום, הסברנו לכם מהי אנרגיה גיאותרמית והיכן ניתן למצוא אותה, כמו גם מה נדרש כדי ליצור מאגר גיאותרמי. אנרגיה גיאותרמית טובה לסביבה, כמעט **בלתי נדלית**, תמיד זמינה, ובעתיד תוכל לסייע לייצור חשמל ולחימום ערים בכל רחבי העולם.

פורסם אונליין: 27 באוגוסט 2020

נערך על ידי: Antonio Olita, Institute of Atmospheric and Climate Sciences, National Research Council, Italy

ציטוט: Hamm S and Metcalfe E (2020) שימוש בחום שמתחת לרגלינו: אנרגיה גיאותרמית. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2019.00105-he

תורגם והותאם:

Hamm S and Metcalfe E (2019) Harnessing the Heat Beneath Our Feet: Geothermal Energy. Front. Young Minds 7:105. doi: 10.3389/frym.2019.00105

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

COPYRIGHT © 2019 © Hamm and Metcalfe 2020. 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

LUKE, גיל: 9

אני בכיתה ד, אני אוהב לשחק כדורגל וכדורסל. אני גם אוהב מאוד מוזיקה. כשאנגדל, אני רוצה להיות מדען מחשב! אני אוהב ללמוד על מדע, ואני אוהב מאוד מתמטיקה.

VARDHAN SINGHAL, גיל: 8

קוראים לי Vardhan ואני בן 8. אני נהנה מקריקט ומקריאת ספרים על החלל החיצון. המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה ואנגלית.

הכותבות

SUSAN HAMM

דוקטור סוזן הם היא מנהלת טכנולוגיות גיאותרמיות באגף האנרגיה האמריקאי. היא מובילה מאמצים להוזלת מחירים והפחתת סיכונים, כך שיותר אנרגיה גיאותרמית תוכל לשמש עבור הפקת חשמל וחום.

בלתי נדלה (Inexhaustible)

שלעולם אינו נגמר; שלא יכול להיגמר.



דוקטור הם עבדה גם בקרן המדע הלאומית ובמשרד לביטחון פנים, והייתה עוזרת חקיקה בקונגרס האמריקאי. יש לה תואר ראשון בגיאולוגיה מקולג' אמהרסט ותואר שני בגיאופיזיקה ודוקטורט במדעי החומרים מאוניברסיטת מינסוטה. *susan.hamm@ee.doe.gov



ELISABET METCALFE

מדענית במשרד הטכנולוגיות הגיאותרמיות באגף האנרגיה האמריקאי, במשרד ליעילות אנרגטית ואנרגיה מתחדשת. בתפקיד הזה, אליזבת מעורבת בניהול וביצוע של פרויקטים חדשניים של מחקר, עיצוב ופיתוח מערכות תרמיות מועצמות, מובילה תחרויות סטודנטים שנתיות ומפתחת את אסטרטגיות התקשורת עבור יוזמות גיאותרמיות. לפני הצטרפותה לאגף האנרגיה האמריקאי, אליזבת עבדה עם תוכנית הביטוח הלאומית מפני הצפות של FEMA בושינגטון. לאליוזבת יש תואר שני במדעי כדור הארץ מאוניברסיטת מיין-אורנו, ותואר ראשון בגיאולוגיה ובגיאופיזיקה מאוניברסיטת ויסקונסין-מדיסון.

Hebrew version
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע"ר)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

