



## שימוש בגזי חממה לאגירת אנרגיה

Thomas Ruh<sup>1\*</sup>, Verena Pramhaas<sup>1</sup>, Patrizia Bartl<sup>2</sup>, Christoph Rameshan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>המכון לכימיה של חומרים, האוניברסיטה הטכנולוגית של וינה, וינה, אוסטריה  
<sup>2</sup>המכון לחינוך יסודי ואלמנטרי, האוניברסיטה הפדגוגית טירול, אינסברוק, אוסטריה

### סוקרים צעירים

ANDREA

גיל: 15



ELINOR

גיל: 15



ERICA

גיל: 13



GEORGE

גיל: 10



IOLO

גיל: 13



רמות גבוהות של פחמן דו-חמצני באטמוספירה של כדור הארץ מהוות בעיה, מאחר שהן מובילות להתחממות גלובלית ולשינויים באקלים – שני איזמים חמורים לסביבה שבה אנו חיים. לכן, חשוב מאוד להיפטר מחלק מהפחמן הדו-חמצני כדי להתמודד עם ההשפעות המסוכנות של התחממות גלובלית. דרך אחת להפחית את כמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה היא להפוך אותו לכימיקלים כמו מְתַנּוֹל. ההתמרה הזו לא רק מפחיתה את רמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, אלא גם מציעה דרך לאגור צורות מתחדשות של אנרגיה כמו אנרגיית רוח ואנרגיית שמש.

### פחמן דו-חמצני ושינוי אקלים

פחמן דו-חמצני (מולקולה שבנויה מפחמן אחד ומשני אטומי חמצן – CO<sub>2</sub> בסימון של כימאים) הוא **גז חממה**, כלומר הוא תורם למה שנקרא אפקט החממה. פחמן דו-חמצני וגזי חממה אחרים באוויר כולאים חלק מהחום שכדור הארץ היה מאבד לחלל, באופן דומה לחום שנכלא בתוך חממה, או בתוך סיר עם מכסה. החום הכלוא הזה הכרחי לחיים על כדור הארץ כפי שאנו מכירים אותם – בלעדיו, הטמפרטורה הממוצעת הייתה בסביבות 18- מעלות צלזיוס [1].

**גז חממה****(Greenhouse Gas)**

גז באטמוספירה שכולא חום, וגורם לעלייה בטמפרטורות. ההשפעה הזו של גזי חממה נקראת אפקט החממה.

**שינוי אקלים שנגרם על****ידי בני אדם****(Human-Made Climate Change)**

השינויים באקלים כדור הארץ שנגרמים על ידי פעילויות אנושיות כמו למשל שימוש נרחב בדלקי מאובנים.

**המרת אנרגיה****(Energy Conversion)**

התהליך של הפיכת צורה אחת של אנרגיה (כמו למשל אנרגיית רוח) לאנרגיה אחרת (כמו למשל אנרגיה חשמלית); נקראת גם התמרה.

אולם  $\text{CO}_2$  הוא גם התורם הראשי לשינוי אקלים שנגרם על ידי בני אדם, ולהתחממות הגלובלית. על ידי שריפת דלקי מאובנים כמו שמן או גז טבעי, שנוצרו במהלך מיליוני שנים, אנו מגדילים את כמות ה- $\text{CO}_2$  באטמוספירה. רמות מוגדלות של  $\text{CO}_2$  מובילות לכך שחום רב יותר נכלא, ולעלייה בטמפרטורות. כתוצאה מכך, הטמפרטורה הגלובלית הממוצעת עלתה כמעט במעלה שלמה מאז שבני אדם התחילו להשתמש בדלקי מאובנים בקנה מידה רחב עבור תחנות כוח, תחבורה (מכוניות, מטוסים וכדומה), חימום וכן הלאה. ייתכן שזה לא נשמע כמו עלייה גדולה, אולם לעלייה הזו יש השלכות דרסטיות על האיזון העדין של הסביבה שלנו. לדוגמה, עליית מפלסי הים כתוצאה מהימסות של קרח בקוטב משפיעה על ערי חוף, וטמפרטורות גבוהות יותר של מי האוקיינוס עלולות לאיים על שוניות אלמוגים [2].

הפחתת כמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה היא צעד חשוב מאוד להתמודדות עם ההתחממות הגלובלית. דרך אפשרית אחת לעשות זאת היא להסיר את ה- $\text{CO}_2$  על ידי הפיכתו לכימיקלים שימושיים שאנו יכולים לאחסן בבטחה לשימוש עתידי כדלקים. אולם יש חיסרון מסוים בשיטה הזו: בעוד שהפקת הכימיקלים הקלים לאחסון האלה מפחיתה  $\text{CO}_2$ , שריפתם מאוחר יותר בתור דלק משחררת מחדש את הפחמן הדו-חמצני אל האטמוספירה. מצד שני אין  $\text{CO}_2$  "חדש" שמשחרר לאטמוספירה. הפחמן הדו-חמצני נשמר באיזון כאשר הדלק ממוחזר, מה שעדיין טוב הרבה יותר מאשר להשתמש בדלקי מאובנים, וטוב גם מהוספת  $\text{CO}_2$  חדש לאטמוספירה.

**החשיבות הרבה של אגירת אנרגיה**

כל תהליך שאתם יכולים לחשוב עליו דורש אנרגיה להתרחשותו – לדוגמה, צמחים שגדלים, מכוניות שנוסעות, ואפילו אתם שקוראים המאמר הזה. אולם האנרגיה הזו לא נעלמת אחרי שהתהליך מסתיים! עיקרון חשוב מאוד בפיזיקה גורס כי לא ניתן ליצור אנרגיה או להרוס אותה, ניתן רק להמיר (או להתמיר) אנרגיה מצורה אחת לאחרת. לכן, דרך נוספת לחשוב על התהליכים שציינו היא לראותם כהמרות אנרגיה. לדוגמה, צמח משתמש באנרגיה מהשמש כדי לגדול, ואז האנרגיה נאגרת בחלקים החדשים של הצמח. במכונית, בנזין נשרף כך שהאנרגיה מהדלק יכולה להשתנות לאנרגיה של תנועה (שנקראת אנרגיה קינטית) וחום. כשאתם מניעים את עיניכם כדי לקרוא את המאמר הזה, גופכם הופך את האנרגיה שמסופקת על ידי המזון שאתם אוכלים לתנועה, ומוחכם גם משתמש באנרגיה כדי לעבד את מה שאתם קוראים ולזכור זאת. כל התהליכים שמתרחשים – בטבע ובאמצעות מכוניות – הם באופן בסיסי המרת צורה אחת של אנרגיה לאחרת.

אנרגיה עבור כל תהליך צריכה להגיע ממקור כלשהו. מקורות של אנרגיה כוללים את השמש (שנקראת אנרגיה סולרית), הרוח, או מים, אך כוללים גם שמן או פחם, שהם דלקי המאובנים שאנו עדיין שורפים בקנה מידה רחב. לעיתים קרובות, אנרגיה מהמקורות האלה מומרת תחילה לחשמל, באמצעות תחנות כוח כדי להמיר פחם או מים, תאים סולריים עבור אור השמש, וטורבינות רוח עבור אנרגיית הרוח. לאחר מכן, החשמל מניע מכשירים כמו מחשבים או טלפונים ניידים, מכוניות במפעלים, מכוניות חשמליות, וכן הלאה. אנו יכולים גם לאגור אנרגיה לשימוש עתידי – זה המקרה שבו דלקים (שלעיתים נקראים נשאי אנרגיה, מאחר שהם נושאים את האנרגיה בתוכם) נכנסים לתמונה.

הנתונים לאיור הזה נלקחו  
מ: <https://globalsolaratlas.info/>  
ומ: <https://globalwindatlas.info/>

דלקים, בכל צורותיהם, שימושיים עבור שני שימושים עיקריים – תחבורה ואגירה. איור 1 מראה שהפוטנציאל לנצל אנרגיה מהרוח ומהשמש (כלומר, להפוך את האנרגיה לשמישה) משתנה מאוד בין אזורים שונים. לדוגמה, באפריקה, הפוטנציאל לניצול אנרגיה סולרית הוא גדול יותר בממוצע מאשר באירופה או בצפון אמריקה. ההפך נכון לגבי אנרגיית רוח – בממוצע, מהירות הרוח גדולה יותר באירופה מאשר באפריקה, במיוחד ליד החופים. וככל שמהירות הרוח גדולה יותר, כך אפשר לייצר יותר חשמל באמצעות טורבינות רוח. תוצאה אחת של ההתפלגות הלא שווה הזו של מקורות אנרגיה, היא שאנו זקוקים לדרכים להעברת אנרגיה למקום שבו היא נדרשת. עם דלקים, אנו יכולים לעשות בדיוק את זה: להעביר אנרגיה למקום בו אנו צריכים אותה.

יתרה מזו, אנרגיה זמינה מהשמש ומהרוח תלויה לא רק בהיכן אתם נמצאים, אלא גם בזמן – לדוגמה, בלילה איננו יכולים לקבל אנרגיה מהשמש. מהירות הרוח משתנה גם היא לאורך הזמן. במהלך סופה עם מהירויות רוח גדולות, לדוגמה, אפשר להפיק הרבה חשמל – אפילו יותר מהכמות שניתן להשתמש בה – ולכן לעיתים צריך לכבות טורבינות רוח כדי למנוע נזק. אם הייתה לנו דרך לאגור את האנרגיה העודפת הזו, לא היינו צריכים לכבות את טורבינות הרוח, או לדאוג לגבי אנרגיה סולרית כשהשמש לא זורחת. לכן, שיטות להמרת אנרגיה לדלקים עבור שימוש עתידי, מעוררות עניין רב.

## מתנול

(Methanol)

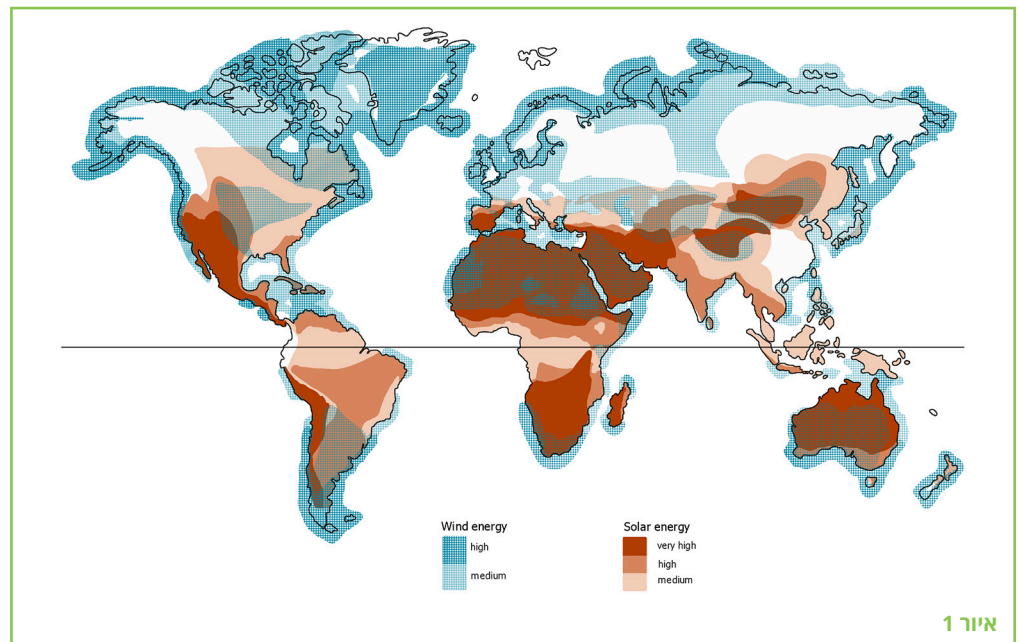
כימיקל שמכיל פחמן אחד, חמצן אחד וארבעה אטומי מימן. הוא שייך לקבוצה של כימיקלים שנקראת אלקוהולים, וניתן להשתמש בו לאגירת אנרגיה או ליצירת טובין עבור חיי היומיום שלנו.

## איור 1

**פוטנציאל ניצול אנרגיית שמש ואנרגיית רוח ברחבי העולם.** הפוטנציאל של ניצול אנרגיית שמש או רוח משתנה בין אזורים שונים בעולם. במפה הזו, אתם יכולים לראות כיצד מהירות הרוח הממוצעת (אזורים כחולים) ופוטנציאל השמש (אזורים אדומים) מתפלגים. ייתכן שהבחנתם בכך, שבאופן מפתיע, הפוטנציאל לאנרגיית שמש לאורך קו המשווה הוא בינוני בלבד. זה נובע מעננים שמתהווים באזור הזה בעולם (העננים האלה הם גם הסיבה לקיומם של יערות גשם גדולים לאורך קו המשווה). אזורים רבים עם פוטנציאל שמש גדול הם למעשה מדבריים<sup>1</sup>.

## מתנול ושפע שימושי

**מתנול** הוא נוזל ששייך למשפחה של כימיקלים שנקראת אלקוהולים, מה שאומר שהוא מורכב מאטומי פחמן, מימן וחמצן שמחוברים באופן מסוים. האלקוהול המפורסם ביותר הוא אֶתנול, שהוא האלקוהול שנמצא במשקאות אלקוהוליים כמו בירה ויין. אתנול ידוע כל כך, שהרבה אנשים שאומרים "אלכוהול" למעשה מתכוונים לאתנול, או לכל משקה שמכיל אתנול. לכן,



איור 1

עליכם לזכור שכאשר כימאים מדברים על אלכוהול, הם מתכוונים למשהו שונה לגמרי ממבוגר ששותה במסיבה ומדבר על אלכוהול.

מתנול הוא האלכוהול הפשוט ביותר האפשרי, מאחר שהוא מכיל רק פחמן אחד, חמצן אחד וארבעה אטומי מימן. אולם הוא עדיין כימיקל חשוב. הוא משמש כחומר גלם לייצור כמויות גדולות של טובין שאנו משתמשים בהם בחיי היומיום כמו למשל פלסטיקים, צבעים, תרופות, מדשנים ועוד הרבה נוספים [3]. כמו כן מתנול יכול לשמש לאגירת אנרגיה. ישנם תהליכים תעשייתיים שהופכים מתנול לבנזין (בדומה לדלק המאובנים) או לביו-דיזל, שאותם ניתן לאחסן. מתנול עצמו יכול להיות אף הוא מאוחסן. כמות האנרגיה שמוכלת בקילוגרם של מתנול דומה לכמות שיש בקילוגרם של עץ, כפי שאתם יכולים לראות באיור 2. האיורים מראים השוואה בין **האנרגיות הספציפיות** של דלקים שונים, כשהכוונה היא לכמות האנרגיה בקילוגרם של חומר. ככל שהערך הזה גבוה יותר, כך החומר יכול לאגור יותר אנרגיה לשימוש עתידי.

## הפיכת פחמן דו-חמצני למתנול

כשהופכים כימיקל כמו פחמן דו-חמצני לכימיקל אחר, התהליך נקרא **תגובה כימית**. כאשר תגובות כימיות משמשות כדי להמיר אנרגיה לדלקים, אנו קוראים לתהליכים האלה **המרת אנרגיה כימית**. ישנן הרבה תגובות כימיות שונות שממירות CO<sub>2</sub> למתנול. ישנה דרך ישירה, באמצעות פחמן דו-חמצני ומימן בלבד, וישנן דרכים אחרות עם צעדי ביניים (איור 3). כל האפשרויות האלה נראות קלות למדי, מאחר שהן מערבות רק כמה כימיקלים פשוטים (כמו מימן ומים).

אולם ישנה בעיה: פחמן דו-חמצני הוא גז יציב ביותר, ולכן הוא לא מגיב בקלות עם כימיקלים אחרים. זה אומר שאנו צריכים להשתמש ב**זרז** (קטליזטור) כדי לגרום ל-CO<sub>2</sub> להגיב [4]. זרז הוא חומר שמאפשר תגובה כימית שלא הייתה מתרחשת כלל, או שהייתה מתרחשת לאט מאוד ללא הזרז. מציאת זרזים שמסייעים לייצר דלקים מתחדשים באופן יעיל וזול היא תחום עבודה חשוב של הרבה מדענים כיום.

### אנרגיה ספציפית (Specific Energy)

כמות האנרגיה שמוכלת בקילוגרם דלק. האנרגיה הזו משתחררת כאשר הדלק נשרף.

### תגובה כימית

#### (Chemical Reaction)

תהליך שבו שני כימיקלים (או יותר) נפגשים כדי ליצור כימיקלים חדשים. לדוגמה, פחמן דו-חמצני יכול להגיב עם מימן כדי לתת מתנול ומים.

### המרת אנרגיה כימית

#### (Chemical Energy Conversion)

תהליך של הפיכת אנרגיה לדלקים באמצעות תגובות כימיות. את הדלקים ניתן לאחסן לשימוש עתידי.

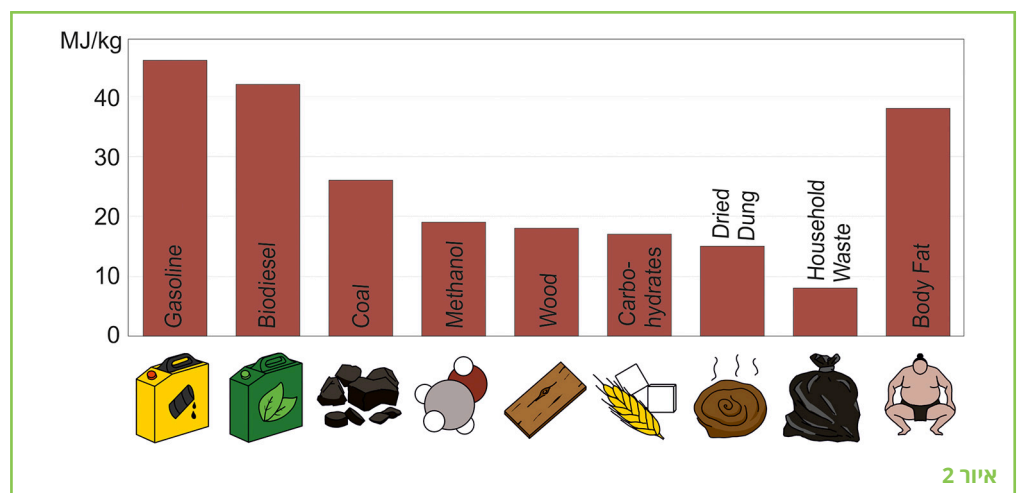
### זרז

#### (Catalyst)

חומר שמאפשר תגובות כימיות שאחרת לא היו מתרחשות.

## איור 2

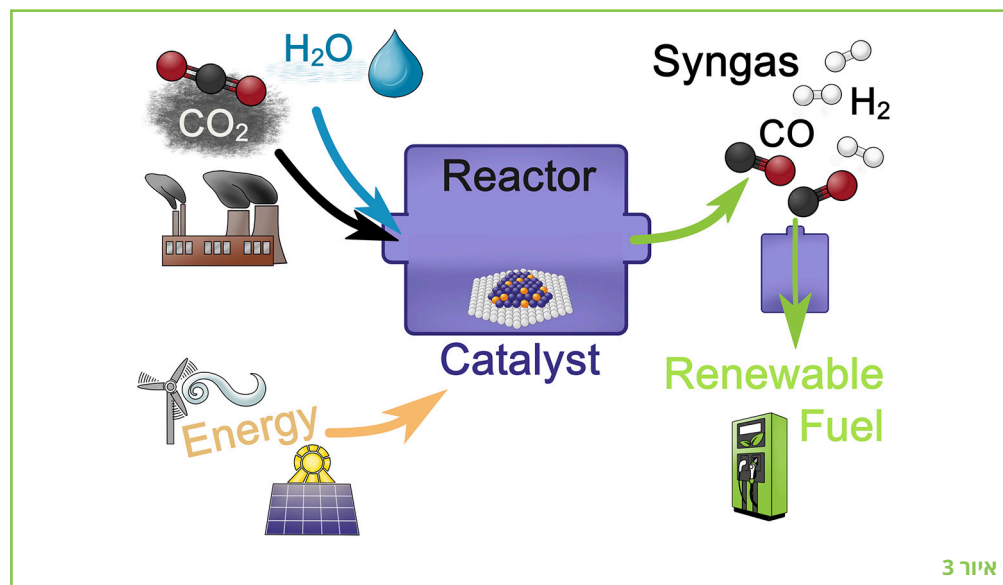
**האנרגיה הספציפית שמוכלת במגוון דלקים היא שונה.** אנרגיה ספציפית היא כמות האנרגיה שמשחררת כשאנו שורפים קילוגרם של דלק כלשהו. היחידה של אנרגיה ספציפית היא ג'אול (J) לקילוגרם (kg) - האות M היא קיצור של "mega", מה שאומר שהמספר שמוצג כאן הוא למעשה ביחידות של מיליונים. הגרף מראה השוואה בין האנרגיות הספציפיות של דלקים שונים. קילוגרם של מתנול מכיל מעט יותר אנרגיה מקילוגרם של עץ.



איור 2

## איור 3

תהליך דו-שלבי להפיכת פחמן דו-חמצני ( $\text{CO}_2$ ) לדלק מתחדש. ראשית, אנו לוקחים  $\text{CO}_2$  ומים ( $\text{H}_2\text{O}$ ), אנרגיית שמש או רוח, וממירים את הרכיבים לגז סינתטי (syngas), שהוא תערובת של פחמן חד-חמצני ( $\text{CO}$ ) ומימן ( $\text{H}_2$ ), באמצעות קטליסט מוצק. לאחר מכן, הגז הסינתטי משמש בשלב שני כדי להפיק דלק מתחדש כמו מתנול. באופן הזה, אנו יכולים לאגור את האנרגיה שאנו מכניסים לתגובה לצורך שימוש עתידי.



איור 3

באיור 3, אנו מראים את הרכיבים הדרושים להפיכת פחמן דו-חמצני למתנול בשני צעדים. ראשית, פחמן דו-חמצני ומים משולבים עם הזרח. לאחר מכן, צריך להוסיף אנרגיה כדי להתחיל את התגובה הכימית שמייצרת את הגז הסינתטי, תערובת של פחמן חד-חמצני ומימן. אז ניתן להשתמש בתערובת הזו כדי לייצר דלק מתחדש כמו מתנול בתגובה שנייה.

## תובנות להמשך

הפיכת גזי חממה כמו פחמן דו-חמצני לדלקים מתחדשים כמו למשל מתנול, מספקת לנו דרך אפשרית לאגור אנרגיה. כדי לעשות זאת, אנו צריכים להשתמש באנרגיה מתחדשת (כמו למשל אנרגיית רוח או שמש) במקומות ובזמנים שבהם הן זמינות. אנו יכולים להשתמש באנרגיה מתחדשת בתגובה כימית כדי לייצר מתנול, ואז אנו יכולים להעביר את המתנול למקום שבו אנו צריכים אותו, או לאחסן אותו לשימוש עתידי. התהליך הזה מאפשר לנו להוריד זמנית את כמות גזי החממה באטמוספירה. חשוב יותר מכך, ה"מחזור" הזה של פחמן דו-חמצני שכבר נמצא באטמוספירה מסייע למנוע שחרור של פחמן דו-חמצני נוסף על ידי שריפת דלקי מאובנים. זה עשוי לסייע להפחית את ההתחממות הגלובלית ואת שינוי האקלים שנגרם על ידי בני אדם – שתי בעיות חמורות של התקופה שלנו.

## תודות

אנו מודים למועצה האירופית למחקר (ERC) עבור תמיכה כלכלית דרך תוכנית Horizon 2020 למחקר ולחדשנות של האיחוד האירופי (הסכם מענק 755744/ERC n° – מענק מתחיל TUCAS).

## מקורות

1. Mitchell, J. F. B. 1989. The greenhouse-effect and climate change. *Rev. Geophys.* 27:115–39. doi: 10.1029/RG027i001p00115

2. Rädicker, N., and Pogoreutz, C. 2019. Why are coral reefs hotspots of life in the ocean? *Front. Young Minds* 7:143. doi: 10.3389/frym.2019.00143
3. Olah, G. A., Goepfert, A, and Prakash, G. K. S. 2018. *Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy. 3rd Edn.* Weinheim: Wiley-VCH.
4. Rameshan, C., Li, H., Anic, K., Roiaz, M., Pramhaas, V., Rameshan, R., et al. 2018. *In situ* NAP-XPS spectroscopy during methane dry reforming on ZrO<sub>2</sub>/Pt(111) inverse model catalyst. *J. Phys. Condens. Matter* 30:264007. doi: 10.1088/1361-648X/aac6ff

פורסם אונליין: 29 בספטמבר 2022

נערך על ידי: Dominik K. Großkinsky

מנחים מדעיים: Andrew Cairns and Marta Dell'Orto

**ציטוט:** Ruh T, Pramhaas V, Bartl P and Rameshan C (2022) שימוש בגזי חממה לאגירת אנרגיה. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.527039-he

**תורגם והותאם:** Ruh T, Pramhaas V, Bartl P and Rameshan C (2020) How Greenhouse Gases Can Be Used to Store Energy. *Front. Young Minds* 8:527039. doi: 10.3389/frym.2020.527039

**הצרת ניגוד אינטרסים:** המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהיעדר כל קשר מסחרי או כלכלי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

**COPYRIGHT** © 2020 © Ruh, Pramhaas, Bartl and Rameshan 2022. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (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

### ANDREA, גיל: 15

אני Andrea, בת 15 וגרה במילאנו, איטליה. אני הולכת לבית ספר תיכון... טוב לא כרגע, בגלל מגפת הקורונה. בתקופה זו יש לי שיעורים אונליין, ואני לא אוהבת את זה. אני מתאמנת בג'ודו, נהנית מזה מאוד, ויש לי חגורה ירוקה. יתרה מזו, אני אוהבת את הטבע, ואוהבת ללכת להרים כדי לטפס ולעשות סקי.



### ELINOR, גיל: 15

אני נהנית להפעיל את מוחי, ולדון על התשוקות שלי לדאגה לסביבה ולריקוד. אני אוהבת כימיה וביולוגיה, ולא כל כך אוהבת פיזיקה. אני אוהבת את החתול שלי, מאד... ותאי גזע... והחלקה על סקייטבורד.





**ERICA, גיל: 13**

Erica בכיתה ח. היא נהנית מדרמה, מתפירה וממתחן טוב. יש לה חוש הומור משוגע, היא אוהבת לקרוא, אך לא נהנית מגיאוגרפיה ומפיזיקה. פעילות גופנית גם כן לא נמצאת בראש הרשימה שלה.

**GEORGE, גיל: 10**

George הוא ילד בן 10 שלומד כיום בכיתה ו. הוא נהנה לקרוא. הספרים האהובים עליו הם סדרת הארי פוטר שקרא כבר חמש פעמים. George הוא שחקן טניס מוכשר, והגיע לגמרים של כמה טורנירים בטניס בקבוצת הגיל שלו. הוא נהנה מבית הספר, במיוחד ממתמטיקה. הוא גם אוהב ציור, מנגן על כינור וכותב ספר שנקרא "מלך החרבות". הוא מדבר אנגלית וקצת יוונית.

**IOLo, גיל: 13**

התחביבים שלי הם לרכוב על BMX, לשחק במשחקי וידאו, לקרוא, לצלם ולשחק כדורגל. אני אוהב חיות ומקווה להיות זואולוג או אקולוג בעתיד.

**הכותבים****THOMAS RUH**

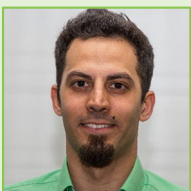
Thomas Ruh נר בווינה, שם למד כימיה תיאורטית בדגש על האופן שבו אנו יכולים להשתמש בהדמיות כדי לחזות תכונות מעניינות של חומרים. הוא הגיע לכימיה מאחר שהשאלה האהובה עליו כילד הייתה "למה?" מלבד עבודתו כתיאורטיקן, הוא נהנה מקריאת מדע בדיוני, פנטזיה ומנגות, ממשחקי שח ומצפייה בסרטים. הוא גם אוהד מושבע של פוקימון. \*thomas.ruh@tuwien.ac.at

**VERENA PRAMHAAS**

Verena Pramhaas היא פיזיקאית, שכיום עורכת מחקר בכימיה פיזיקלית באוניברסיטה הטכנולוגית של וינה. היא מתמקדת בעיקר בשימוש ובפיתוח שיטות מבוססות לייזר לחקירת קטליסטים מודלים, וכיצד הם מתנהגים ביחס לקטליסטים שמשמשים בתעשייה, מה שגם היה נושא תזת הדוקטורט שלה. מחוץ לאוניברסיטה היא מבלה את מרבית זמנה בקריאה, ברישום, או במלאכת יד.

**PATRIZIA BARTL**

Patrizia Bartl הייתה מורה בבית ספר יסודי, וכיום היא פרופסורית במכון לפדגוגיות יסודית ואלמנטרית באינסברוק, שם היא מנחה סטודנטים כיצד להיות מורים. היא אוהבת ללמד אנשים צעירים מאחר שהם שואלים שאלות וצמאים לידיעה. בזמנה הפנוי, אוהבת להיות בחוץ בטבע עם בעלה ועם שלושת ילדיהם.

**CHRISTOPH RAMESHAN**

Christoph Rameshan הוא פרופסור במכון לכימיה של חומרים באוניברסיטה הטכנולוגית של וינה. המחקר שלו מתמקד בהבנת תגובות כימיות באמצעות קטליסטים מודלים, עם דגש על אנרגיות מתחדשות. יתרה מזו, בפרויקט ה-ERC שלו הוא מנסה למצוא חומרים חדשים להמרת אנרגיה כימית.

מלבד ערכת מחקר עם הקבוצה שלו, הוא אוהב לבלות איתם בחוץ, ולעשות פעילויות כמו גלישת סאפ. בסופי שבוע, הוא אוהב להיות בהרים עם משפחתו, לטייל, לרכוב על המזחלת, או לעשות סקי.  
\*christoph.rameshan@tuwien.ac.at

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



**הוצאת פרונטיירז מדע לצעירים ישראל**  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK