

## להקפיא את האנרגיה לשימוש עתידי

פיטר דירמן, ממציא בריטי עצמאי ללא הכשרה מדעית מסודרת, פיתח מערכת לאגירת אנרגיה המבוססת על הקפאת אוויר נוזלי. האם הרעיון שלו יחולל מהפכה בתחום האנרגיות המתחדשות?

חן בדיחי, זווית פורסם: 18.12.20, 08:41

פיטר דירמן, תושב העיירה הרטפורדשייר האנגלית, ניסה במשך עשרות שנים למצוא דרך לייצר ולאגור אנרגיה. בניגוד למומחים אחרים בתחום, דירמן הוא לא חוקר מקצועי ואין לו מעבדה משוכללת בקמפוס של אוניברסיטה יוקרתית. הוא אוטוידידקט, שנולד ב-1951 בחווה מצפון ללונדון, עזב את בית הספר בגיל 15 ועבד בעסק המשפחתי זמן מה. אחר-כך התחיל לעבוד במפעל מתכת מקומי. דירמן, חובב המדע והטכנולוגיה, עבד על הרעיונות והפיתוחים שלו, בעיקר בתחום המנועים והאנרגיה, בזמנו החופשי, בחצר האחורית שבביתו.

אולם, כנד כל הסיכויים, לאחרונה הוא הצליח למצוא דרך חדשנית לאגור אנרגיה על ידי שימוש באוויר נוזלי דחוס.

[עוד כתבות בזווית - סוכנות הידיעות של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי](#)

[הסביבה](#)

[העגבניות שאוהבות שפכים](#)

[הדרך הירוקה להתאושש מהקורונה](#)

[יש פלסטיק חם באוכל שלי](#)

בשנת 2016, הושקעו בחברה שלו כ-16 מיליון ליש"ט, אך בסוף 2019 החברה כמעט ופשטה רגל, עד שמשקיע חדש נחלץ לעזרתה. הבעיה, על פי ההנהלה החדשה, היתה שלדירמן היו הרבה רעיונות בכיוונים שונים, שכולם היו אמנם מבטיחים, אך גם יקרים. התוכנית להבראת העסק הייתה להתמקד בעיקר בשכלול מנוע של משאיות קיורר הפועל על מערכת אוויר נוזלי דחוס ובפיתוח של מתקן אגירת האנרגיה, תחום טכנולוגי בעל חשיבות סביבתית רבה ובעל פוטנציאל כלכלי עצום.

"שימוש הולך וגובר באנרגיה מתחדשת וקצב גידול הביקוש לחשמל, מוביל לצורך באגירת אנרגיה - צורך שרק יגדל עם השנים", אומר ארז פרי, שחוקר את תחום האנרגיה המתחדשת בבית ספר פורטר למדעי הסביבה באוניברסיטת תל אביב.

### לשמור עודפי אנרגיה

נכון לשנת 2018, יותר ממחצית מצריכת האנרגיה בשבדיה (54.6 אחוז) הינה ממקורות אנרגיה מתחדשים (שמש, רוח, הידרואלקטרי, שריפת פסולת וכו'). המדינות הבאות בתור הן פינלנד (41.2 אחוז), לטביה (40.3 אחוז), דנמרק (36.1 אחוז) ואוסטריה (33.4 אחוז), ונתונים אלו צפויים לגדול בשנים הבאות.

לעומת מדינות אלו, המצב בישראל מזהיר הרבה פחות, כאשר סך הפקת האנרגיה מאנרגיות מתחדשות עמד על 6 אחוזים ב-2019 וצפי לקרוב ל-10 אחוזים עד לסוף 2020.



איך לאחסן את האנרגיה? (צילום: shutterstock)

הגברת השימוש באנרגיות מתחדשות וצמצום השימוש בדלקי מאובנים (נפט, פחם וגז טבעי), הם חלק מהמאמץ לבלימת משבר האקלים העולמי והשפעתו השלילית על הטבע ועל האדם וכן להפחתת זיהום האוויר החיצוני שגורם למותם בטרם עת של 4.2 מיליון בני אדם בשנה.

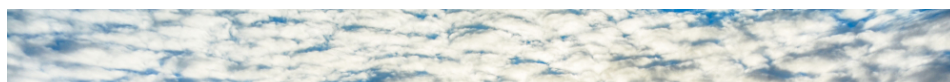
אגירת אנרגיה מוגדרת כשימור של אנרגיה שהופקה בתהליך ייצור החשמל לשימוש בזמן מאוחר יותר. "יש יתרון אדיר בהקמת מתקן לאגירת אנרגיה ליד אתרים שבהם מייצרים אנרגיה ממקורות מתחדשים, זאת משום שאפשר להשתמש בעודפי האנרגיה בשעות בהן אין זמינות של שמש או רוח. כלומר, לשמור את עודפי האנרגיה ולהשתמש בה מתי שצריך", פרי מסביר.

תהליך אגירת האנרגיה שפיתח דירמן מבוסס על שימוש בעודפי חשמל הנוצרים מטורבינות רוח במהלך הלילה (שעות שבהן צריכת החשמל נמוכה יותר) כדי לדחוס אוויר עד שהוא הופך לנוזל בטמפרטורה של מינוס 196 מעלות צלזיוס. את האוויר הנוזלי הדחוס שומרים במכלים ייעודיים, וכאשר יש שיא בביקוש החשמל (כעבור יום, שבוע או אפילו חודש), ניתן לחמם את האוויר הנוזלי כך שיתרחב. או אז, האוויר הדחוס שהתחמם מניע טורבינה שמייצרת חשמל.

"הפיתוח הזה משלב בין שתי טכנולוגיות של אגירת אנרגיה: דחיסת אוויר ואגירה בקור. החידוש הוא דחיסת והעברת האוויר למצב נוזלי באמצעות קירורו", מסביר עידן ליבס, חוקר מדיניות אנרגיה ותחבורה חכמה במוסד שמואל נאמן. "מהות הפיתוח הוא בפתרון האגירה ופחות במקור האנרגיה. החשמל יכול להגיע מכל מקור שיש בו עודף – במקרה הזה מדובר בטורבינות רוח".

"התהליך מבוסס על מתקן שבו שואבים אוויר מהסביבה החיצונית, מנקים אותו ומייבשים אותו מאדי המים. אחר כך, באמצעות השקעת אנרגיה חשמלית, האוויר נדחס ומקורר שוב ושוב, עד שהוא מגיע לטמפרטורה של מינוס 196 מעלות צלזיוס. בטמפרטורה זו האוויר מתחיל להפוך לנוזלי. את החום שיוצא בשלבים האלה של הקירור אוגרים במכלים ייעודיים", מסביר ליבס.

מאוחר יותר, כשרוצים לפרוק את האנרגיה, מבצעים תהליך הפוך ומחממים את האוויר הנוזלי. "ברגע שחושפים את האוויר הנוזלי לטמפרטורה החיצונית, הוא כבר רותח – כלומר, עובר ממצב נוזלי למצב גזי", מסביר ליבס. "לתהליך החימום מכניסים את החום שנאגר קודם לכן. ההתרחבות של האוויר מניעה טורבינה שמייצרת חשמל. בנוסף, כשהאוויר מתרחב הוא מייצר גם קור כי כל גז שמתרחב מייצר קור, וגם את הקור הזה אוגרים במכלים ייעודיים ואז ניתן להשתמש בו בתהליך הקירור הראשוני".





טורבינות רוח בשלג (צילום: shutterstock)

## נצילות וכלכליות

כיום קיימות טכנולוגיות אגירה שונות, המתבססות על ארבע שיטות מרכזיות: אגירה מכאנית (כמו אגירה שאובה או אוויר דחוס, כמו זו של הסטרט-אפ הישראלי Augwind), אגירה תרמית (למשל שימוש בחום מורגש או חום כמוס), אגירה כימית (מימן עם תאי דלק) ואגירה אלקטרו-כימית (סוללות), שהיא הטכנולוגיה הנפוצה ביותר כיום.

טכנולוגיית האגירה של אוויר דחוס נוזלי של דירמן היא ראשונה מסוגה. על פי ליבס, בדחיסת אוויר נוזלי, כמו בכל תהליך אגירת אנרגיה, קיים מדד הנקרא נצילות אנרגטית, שמשפיע על הכדאיות הכלכלית שלו. החישוב הוא כמה אנרגיה משקיעים בתחילת התהליך וכמה אנרגיה מקבלים בסוף התהליך. ככל שהנצילות גבוהה יותר כך התהליך משתלם יותר.

הנצילות והכלכליות של התהליך מושפעים בעיקר מאובדני האנרגיה לאורכו. בסוג זה של אגירה, הכוונה היא בעיקר לחום האובד במסגרת התהליך או במכל שבו אוגרים את האנרגיה שהופקה.

"כשדוחסים כל חומר נוצר חום בתהליך, אבל אם לא מצליחים לאגור את החום הזה מאבדים בעצם אנרגיה. כך שהיעילות האנרגטית של התהליך יורדת", מפרט ליבס. "בנוסף, מכל האגירה צריך להיות מאוד עמיד ועם יכולת לשמור על תנאי ואקום. היכולת לשמור על האנרגיה עם מינימום של אובדן תקבע את הנצילות והכלכליות של התהליך".

החברה של דירמן טוענת לנצילות בסדר גודל של 60-70 אחוז. "נצילות כזו מתאימה למצב בו יש עודפים משמעותיים של חשמל זול שכדאי לאגור אותו, כמו בטורבינות רוח", מסביר ליבס. "בטכנולוגיה של דירמן נעשית גם אגירה של חום וגם אגירה של קור על מנת לשמור את האנרגיה הנוצרת בתהליך הדחיסה של האוויר והחימום שלו".

## שיא החשמל

יתרון עיקרי בטכנולוגיה של אגירת אוויר נוזלי היא עלות אנרגיה נמוכה, זאת משום שמשמשים באוויר כחומר גלם. בנוסף, ניתן לאגור את האנרגיה לשעות רבות ולטווחי זמן ארוכים. האגירה נותנת מענה לשינויים גם בצד של האספקה וגם בצד של צריכת האנרגיה.

"אחד האתגרים שעדיין לא קיבל מענה מספיק באגירת אנרגיה הוא אגירה לטווחי זמן ארוכים - כלומר, לאורך ימים, שבועות או חודשים" אומר ליבס. "אנרגיה מתחדשת לא ניתנת

לשליטה ולכן קיימת שונות בזמינות של אנרגיות מתחדשות בין עונות השנה, בתקופות שיש פחות משאבים מתחדשים כמו רוח, שמש או מים".

אחד השימושים של אנגירת אנרגיה נקרא "peak shaving" - הורדת השיאים בצריכת החשמל. למשל, בימים קרים במיוחד בחורף או בימי חמסין בקיץ כשכולם מדליקים חימום או קירור משק החשמל מניע לשיא בעומס צריכת החשמל. כדי להתאים לעומסי השיא האלה מפעילים בדרך כלל יחידות ייצור פיקריות, שהן מאוד בזבזניות, מזהמות ובעלות יעילות אנרגטית ונצילות נמוכה, כך שהנוזק הסביבתי מהן גדול יחסית. השימוש בהן יקר ומשתמשים בהן רק כשאין ברירה, בדרך כלל למספר שעות מוגבל בשנה. "לאגור חשמל שלא בשיא הצריכה, ולהחליף אתו את השימוש ביחידות הפיקריות, יכול להיות יותר סביבתי במיוחד אם מבוצע על ידי אנגירת אנרגיה ממקורות אנרגיה מתחדשים. גם באגירת חשמל המיוצר ממקורות קונבנציונליים אך בתהליכים בעלי נצילות גבוהה יחסית יש יתרון סביבתי אל מול החלופות המזהמות יותר", אומר ליבס.



מדגל תחנת הכוח הסולארית באשלים (צילום: חיים הורנשטיין)

## אנרגיה בישראל

בסוף אוקטובר 2020 אישרה הממשלה את ההגדלה של יעדי ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות לשיעור של 30 אחוז מסך צריכת החשמל בשנת 2030. המהלך צפוי לחסוך למשק עד 8 מיליארד שקל בשנה, בנוסף לקידום משק אנרגיה מקומי יעיל שמבוסס בחלקו על אנרגיה מתחדשת וסביבתית. לשימוש במתקנים לאגירת אנרגיה יש תפקיד חשוב ביכולת לעמוד בהצלחה ביעדים אלו.

"י כבר היום מדינות שמגיעות לכ-20-30 אחוז של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות ונתקלות בבעיה ברגע שאין להן מתקני אנרגיה בהיקפים גדולים מספיק, כפי שראינו הקיץ בקליפורניה", אומר פרי, שרומז למצב בקליפורניה, שלא דאגה בקיץ 2020 לקיים תשתית מאוזנת ונאותה של משק החשמל וכך נאלצה לקיים סבב של הפסקות חשמל יזומות במדינה והותירה מיליוני אנשים בלי חשמל בשיאו של גל חום באוגוסט. "אם נשכיל לעבור לנתח גדול משמעותית של אנרגיות מתחדשות, נצטרך להגדיל באופן משמעותי את יכולת אנגירת האנרגיה בישראל, במיוחד אם לוקחים בחשבון שמגוון המקורות המתחדשים פה מוגבל ומבוסס בעיקר על השמש", אומר פרי.

על פי פרי, למרות שהטכנולוגיה של דירמן עדיין בראשיתה ויעילותה המוצהרת כיום עדיין איננה גבוהה, ברור שגלום בה פוטנציאל גדול להתמודדות עם אתגר האגירה העונתית. ליבס מעריך שתוך כמה שנים אגירת אנרגיה תגיע גם ברמת הצרכן הביתי. "הקונספט עדיין לא לגמרי בשל, אבל יש כבר התחלה של מוצרים כאלה בעולם", הוא אומר. "בעוד כמה שנים מכשירי אגירת אנרגיה יהפכו להיות חלק אינטגרלי מהבית או מהבניין".

## **הכתבה הוכנה על ידי זווית - סוכנות הידיעות של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה**

[מצאתם טעות בכתבה? כתבו לנו על זה](#)

---

תגיות: [אוויר](#) [אנרגיה ירוקה](#)