
חשמל בין כוכבים

בשבועות האחרונים נשואות עיני הישראלים אל החללית "בראשית", והנשימה הלאומית נעצרת לרגע עם כל תמרון שהיא מבצעת בדרכה הארוכה אל הירח. אם וכאשר משימתה של החללית תצליח, היא תהפוך את ישראל למדינה הרביעית בעולם שהגיעה אל הירח. קדמו לה ארצות הברית, רוסיה וסין, שרק לאחרונה היתה למדינה הראשונה בעולם שהצליחה להנחית גשושית על הצד הנסתר של הירח. תכנית החלל הסינית לא נעצרת שם, וכיום עמלים מדעניה על תכנית שאפתנית חדשה: הקמת תחנת הכוח הסולארית הראשונה בחלל, שתייצר אנרגיה מתחדשת מן השמש ושתספק אותה לכדור הארץ. כך, התהליך יוכל להתבצע ללא רבים מהקשיים שקיימים בו על פני האדמה.

36 אלף קילומטר מעל הקרקע

[על פי משרד המדע והטכנולוגיה הסיני](#), תחנת הכוח המתוכננת תפיק בחלל חשמל מאנרגיית השמש, ולאחר מכן תמיר אותו לקרינת מיקרוגל או לייזר, שתוקרן אל תחנה שתוצב על פני כדור הארץ. או אז, התחנה המקבלת תמיר את הקרינה בחזרה לחשמל, שינותב אל רשת החשמל. תחנת הכוח החללית צפויה לרחף בגובה של 36 אלף קילומטר מעל פני האדמה. עצמים שמשוגרים אל גובה זה מקיפים באופן טבעי את כדור הארץ באותה המהירות שבה הוא מסתובב סביב עצמו, ולכן לאדם שמתבונן מן האדמה הם נראים נייחים בשמיים. כיום משוגרים למסלול זה לוויינים שמיועדים להימצא באופן תמידי מעל אותו מקום בכדור הארץ (הנקראים לוויינים גיאוסטציונריים), כמו לווייני תקשורת שמשרתים אזור מסוים על אדמת כדור הארץ. באופן זה תחנת הכוח החללית תוכל לרחף באופן תמידי מעל התחנה הארצית שאליה תוקרן האנרגיה. על הנייר, להפקת אנרגיית השמש בחלל יש מספר יתרונות על פני הפקתה בכדור הארץ. ראשית, האטמוספירה של כדור הארץ מפזרת, בולעת ומחזירה חלק לא מבוטל מקרינת השמש שעוברת דרכה, כך שביצוע התהליך בחלל, לפני מעברה של הקרינה באטמוספירה, תאפשר למערכות הסולאריות להפקת חשמל להיחשף לשטף גדול יותר של אנרגיית שמש ליחידת שטח מאשר על פני כדור הארץ. בנוסף, אור השמש לא מגיע אל תחנות הכוח הסולאריות שנמצאות על פני הפלנטה בשעות הלילה וכשעננים חוסמים



על פי משרד המדע והטכנולוגיה הסיני, תחנת הכוח המתוכננת תפיק בחלל חשמל מאנרגיית השמש, ולאחר מכן תמיר אותו לקרינת מיקרוגל או לייזר, שתוקרן אל תחנה שתוצב על פני כדור הארץ. תצלום: SpaceX - unsplash על פי הדיווח הסיני, תחנת הכוח החללית תוכל לפעול במשך 99 אחוז מהזמן - פי שישה ממה שמתאפשר על פני כדור הארץ. מעבר לשימוש כמקור חשמל נקי עבור הפלנטה, הסינים מתכננים להשתמש בחשמל שיופק בתחנה גם כמקור אנרגיה למשימות עתידיות לחקר מעמקי החלל. כיום עמלים הסינים על הקמת בסיס ניסויי בעיר צ'ונגצ'ינג (Chongqing) שבמערב המדינה, שבו יפותח המיזם. עד 2025 מתכננים המדענים לשלוח תחנה ניסויית קטנה אל הסטרטוספירה, שכבת האטמוספירה שמסתיימת בגובה של 50 קילומטר מעל פני האדמה. על פי התכנון, ב-2030 תשוגר אל מחוץ לאטמוספירה תחנת כוח של מגה וואט אחד (לשם השוואה, כושר הייצור של תחנת הכוח הגדולה בישראל, תחנת "אורות רבין" שבחדרה, עומד על [590,2 מגה-וואט](#)), ועד 2050 מתוכננת להתחיל פעולתה של תחנת הכוח החללית המלאה, שהספקה יעמוד על 1,000 מגה-וואט.

אלף טון בחלל

מובן שפרויקט כזה הוא מורכב מאוד לביצוע. על פי הדיווח הסיני, תחנת הכוח החללית צפויה לשקול לא פחות מ-1,000 טון. לשם השוואה, משקלה של תחנת החלל הבינלאומית עומד כיום על כ-400 טון. מסובך מאוד לשגר עצם כה כבד אל החלל בבת אחת, ולכן נשקלת האפשרות שהתחנה תיבנה בחלל, תוך שימוש ברובוטים ובהדפסת תלת-ממד. מעבר לבניית התחנה עצמה, העברת כמויות כה משמעותיות של קרינת מיקרוגל או לייזר מן החלל לאורך זמן היא לא תהליך פשוט, ויהיה על המדענים לוודא שהם לא גורמים במהלכה לנזקים בריאותיים ואקולוגיים לבני האדם ולבעלי החיים והצומח על פני כדור הארץ. פרופ' יואב יאיר, דיקן בית הספר לקיימות במרכז הבינתחומי בהרצליה וחוקר אטמוספירה וחלל, אופטימי ביחס לקושי זה. "אני לא חושב שזה מחסום טכנולוגי בלתי עביר, הקונספט הוא אפשרי פיזיקלית", הוא אומר. אמנם ימי המרוץ לחלל בין ארצות הברית לברית המועצות כבר תמו, אבל גם היום שאיפתה של סין "לכבוש" את החלל היא חלק מהמאמץ של המדינה לבסס את עצמה כמעצמה של עליונות טכנולוגית, כלכלית וצבאית. בינתיים, צברה סין כמה הצלחות לא מבוטלות בתחום, שכוללות מספר משימות מאוישות שנשלחו אל החלל, גשושית שנחתה כאמור על הצד הנסתר של הירח ואחרת שנחתה על צדו הנראה, וכן לוויינים רבים. תכנוניהם לעתיד כוללים בין השאר שליחת חללית מאוישת לירח בשנים הקרובות. הסינים הם לא היחידים שחוקרים את תחום הפקת האנרגיה הסולארית בחלל. בשנה שעברה חוקרים מהמכון הטכנולוגי של קליפורניה דיווחו שהם יצרו [אב טיפוס של תחנת כוח סולארית חללית](#): מכשיר שעשוי מאריחים קלי משקל, שמסוגל להפיק אנרגיה מן השמש, להמיר

אותה לגלי רדיו ולהעביר אותה דרך אנטנות. גם יפן בחנה את הרעיון של שיגור תחנת



בשנה שעברה חוקרים מהמכון הטכנולוגי של קליפורניה דיווחו שהם יצרו אב טיפוס של תחנת כוח סולארית חללית: מכשיר שעשוי מאריחים קלי משקל, שמסוגל להפיק אנרגיה מן השמש, להמיר אותה לגלי רדיו ולהעביר אותה דרך אנטנות. תצלום: NASA - unsplash

השמש לא נגמרת

נכון לעכשיו, היום שבו החשמל בבית שלנו יגיע מתחנת כוח סולארית חללית עדיין רחוק, ויקדמו לו שנים של פיתוח טכנולוגיה, ניסויים, טעויות וכמובן השקעה של הרבה מאוד כסף. עם זאת, כמו שאומר הפתגם הסיני - גם מסע של אלף מילין מתחיל בצעד אחד קטן. "כרגע אין יכולות מעשיות כאלה, אבל כתכנית פרקטית זה בר ביצוע", אומר יאיר. "הסינים שמים לעצמם מטרת רחוקות וגדולות ואני מאמין שהם מתכוונים להגיע אליהן. זה מיזם שאפתי אך אפשרי והלוואי שהוא יצליח". יאיר מדגיש שהמעבר לשימוש משמעותי יותר באנרגיה סולארית, בין אם היא מופקת בחלל או כאן על כדור הארץ, הוא הכרחי. "אנרגיית השמש היא בלתי נגמרת ונוכל להשתמש בה לפחות עוד כמה מיליארדי שנים, בעוד שהנפט, הפחם והגז יתכלו וייעלמו", הוא אומר. אנרגיית השמש נחשבת לאנרגיה נקייה, בניגוד לדלקי המאובנים, שהשימוש בהם מוביל לשחרור גזי החממה המזהמים (ובראשם פחמן דו-חמצני) שגורמים לשינוי האקלים. כיום, רק [1.5 אחוזים](#) מהדרישה לחשמל בארה"ב ובעולם מסופקת על ידי אנרגיה סולארית. היעד הלאומי של מדינת ישראל הוא יצור של [17 אחוז מהחשמל במדינה](#) מאנרגיות מתחדשות עד 2030, אך הדרך לשם עוד ארוכה. אז עד שתחנת הכוח הסולארית החללית הראשונה תשוגר אל מחוץ לאטמוספירה, בהחלט כדאי להשקיע בהגברת השימוש באנרגיה הסולארית גם כאן, מתחת לשמיים.

כוח סולארית אל החלל.