

# תעשייה

## ה

סופר הבריטי **אלדוס האקסלי** אמר כי "ההתקדמות הטכנולוגית בסך-הכל נותנת בידינו עוד אמצעים יעילים כדי ללכת אחורה". מקורות האנרגיה שלנו מהווים דוגמה מצויינת, לדבריו.

"חרם נפט של העולם המוסלמי – והתחבורה המערבית משותקת", "כמות החולים בסרטן עולה בשיעורים ללא תקדים", "קליפורניה תוצף בשל התחממות כדור הארץ", "תקלה בכור גרעיני מוחקת ערים שלמות" – כל אלה אמנם רק תסריטי אימה בדיוניים, אך הם ממחישים עד כמה מקורות האנרגיה הנוכחיים שלנו בעייתיים.

העולם צורך בשנה אנרגיה השקולה ל-80 מיליארד חביות נפט – כמות העולה ב-3% אחוזים בשנה. הביקוש הגובר, מחיר הנפט הגבוה, חוסר היציבות שמאפיין את ספקיות הנפט ומודעות סביבתית הולכת וגוברת, מספקים הזדמנות עסקית בקנה-מידה עולמי. פתאום טלם חולמים "ירוק" – גם לעזר להגן על הסביבה, וגם לעשות בדרך מיליוני דולרים ירוקים.

ההערכות מדברות על עלייה של 100% בהיקף ההשקעה הכוללת באנרגיה הירוקה בעולם בשלוש השנים האחרונות, מ-30 ל-63 מיליארד דולה. אינדיקציה נוספת לכך שהתחום "לוהט" ניתן לקבל מקרנות ההון סיכון שהזרימו בשנת 2006 לעסקי האנרגיה הירוקה כשני מיליארד דולר – פי ארבעה מאשר בשנת 2004. יתירה מכך: נראה שלא מדובר בעוד 'באז' חולף. מומחים מעריכים שבמהלך העשור הקרוב התחום ימשיך לצמוח בממוצע ב-20 עד 30 אחוזים לשנה.

אנרגיות ירוקות, או 'אנרגיות מתחדשות', הן אנרגיות הפולטות באופן מהותי פחות חומרים מזהמים ושאת רובן ניתן להפיק ללא תלות במקורות חיצוניים. הבעיה העיקרית של רוב הטכנולוגיות הללו היא, שאפילו כיום, כאשר מחיר הנפט עומד על כ-60 דולר לחבית, חלקן עדיין יקר מאוד בהשוואה לטכנולוגיות מסורתיות (ומזהמות) יותר, כגון ייצור חשמל משריפת פחם או גז טבעי. לשם השוואה, הפקת יחידת קילואט/שעה של חשמל באמצעות גז טבעי עולה כיום בממוצע 3-4 סנט. לעומת זאת, הפקת חשמל בטכנולוגיה סולארית פוטו-וולטאית שנחשבת לנקייה ביותר, עולה לפחות 40 סנט ולעיתים אף הרבה יותר.

אז האם צמיחת האנרגיות המתחדשות תלויה אך ורק במחיר נפט מנופח או בסבסוד של אידיאלים ירוקים? יש הטוענים שלא כך הדבר. נימוק אחד המצדיק שימוש באנרגיות מתחדשות על אף מחיר גבוה יותר הן 'העלויות החברתיות'. הכוונה היא, שאם יילקחו בחשבון הוצאות אשר אינן נכללות בעלות הישירה של היצרן (חברות האנרגיה) ואשר המדינות עדיין נאלצות לשאת בהן, עלות מקורות האנרגיה הנוכחיים תגדל משמעותית.

גם מחיר הנפט אינו 'המחיר האמיתי', אף מבלי להתחשב בגורמים סביבתיים. "ארה"ב מוציאה בממוצע 15-20 מיליארד דולר בשנה כדי להבטיח אספקת נפט סדירה", אומר ד"ר **עמית מור**, מנכ"ל חברת המחקר הכלכלי **אקו-אנרג'י**. "מלחמת המפרץ הראשונה עלתה יותר מ-100 מיליארד דולר והשנייה אף יותר, והכל בגלל הנפט. ארה"ב ממש מחזיקה משטרים מסויימים בגלל זה". באקו אנרג'י מעריכים כי התוספת של ההוצאות הללו למחיר הנפט נעה בין שמונה לעשרה דולר לחבית. ד"ר מור מציין כי שלוקחים את כלל העלויות, כולל מניעת נזק סביבתי, עלויות



**טורבינות רוח.** ההערכות מדברות על עלייה של 100% בהיקף ההשקעה הכוללת באנרגיה הירוקה בעולם בשלוש השנים האחרונות

הפקת הנפט, אמינות האספקה ועוד – היתרונות בשימוש בטכנולוגיות המתחדשות עולה לאין שיעור על הדלקים הפוסיליים. עם זאת, מוסיף מור כי כיוון שיצרן האנרגיה אינו נושא בעלויות האחרות, אין לו כל אינטרס לעבור לטכנולוגיות המתחדשות ללא סבסוד ממשלתי. ד"ר **אופירה אילון מאוניברסיטת חיפה**, מרכזת תחום הסביבה

## 92 סליחה, איך תרצו להיקבר?

עתודות הקרקע לקבורה הולכות ואוזלות, ומחירי הקבורה מתייקרים – ולראש היהודי יש רעיונות איך להיטמן מאת: אייל מרקוס

# רוחות ירוקות

התחממות כדור הארץ ומחירי האנרגיה הגואים גורמים למדענים לחשוב על טכנולוגיות ירוקות, וליזמים – להשקיע בהן • אבל למהפכה אמיתית נדרשות גם המעצמות הגדולות, והן יותר מדברות 'קלינטק' מאשר עושות • גם ישראל, שחתומה על אמנת קיוטו, כמעט ואינה מנצלת את השמש שיש לה בשפע לאנרגיה חלופית

**מאת: גיל קרבס**



החלופיות". ויש גם דעות מנוגדות. "אני לא מסכים עם ההצדקה הזאת של עלויות חברתיות לסבסוד של טכנולוגיות חלופיות", אומר פרופסור **דן זסלבסקי**, יו"ר **המועצה הלאומית למחקר ופיתוח** המייעצת לממשלת ישראל בנושאי מו"פ. "אני בעד אוויר נקי, והגישה הזו תרמה במהלך השנים

**במוסד נאמן שבטכניון**, מסבירה: "אפשר לקחת את כמות המזהמים **שחברת החשמל** פלטה בישראל בשנה האחרונה. זה הרי מופיע בדו"ח שלהם באינטרנט. אצלי יש את תמחור הנזק של כל חומר מזהם. כשעושים חשבון, מגיעים למסקנה שהחשמל עולה למדינת ישראל פי שניים מהעלות שהצרכן משלם, וזה כבר מתחיל להשתוות לחלק מהטכנולוגיות

שיטות לייצור אנרגיות מתחדשות



קולטים לחימום מים של חברת סולל

א. אנרגיה סולארית – הפקת אנרגיה מהשמש

הפקת אנרגיה מהשמש נחשבת לשיטה הירוקה הנקייה ביותר. קיימות שתי דרכים עיקריות לייצר אנרגיה מן השמש:

1. שימוש בתאים פוטו-וולטאיים ליצירת אנרגיה ישירות מקרני השמש.

2. הפקת אנרגיה סולארית תרמית – בשיטה זו מומרת קרינת השמש למים חמים או קיטור, בדומה לדוד השמש הביתי שלנו (אך בטמפרטורות גבוהות בהרבה). באמצעות המים החמים הללו ניתן לייצר חשמל, בעזרת הנעת טורבינות.

**זמינות:** בממוצע רק ברבע משעות היממה.

**יתרונות:** אנרגיה נקיה, תהליך לא מסובך וללא התערבות יד אדם.  
**חסרונות:** מחיר גבוה; נצילות נמוכה – התאים הפוטו-וולטאיים מצליחים להמיר רק 20%-30% מקרינת השמש לאנרגיה; כדי לספק חשמל רב, יש להקצות שטחים עצומים לטובת התקנת תאי קליטת קרני שמש.

**חברה ישראלית בתחום:** סולל (לשעבר לוז).

ב. אנרגיית רוח – הפקת אנרגיה מהרוח

שימוש ברוח לסיבוב מדחפים אשר ממירים את אנרגיית הרוח לחשמל.

**זמינות:** תלוי במזג האוויר.

**יתרונות:** מחיר סביר, תהליך נקי וידידותי.



טורבינות של חברת אלספק

למחקר והפיתוח בתחום, אבל יש מקורות אנרגיה אדירים שלא מנוצלים והם כדאיים לכלכלית גם בלי התיאוריה הזאת של העלויות החברתיות, ולשם האנרגיות המתחדשות צריכות ללכת". דוגמה? דודי שמש. "מסתבר שבמדינת ישראל אנחנו חוסכים 3% מתצרוכת האנרגיה בזכות דודי השמש. מבחינת הכלכלה הלאומית, זה המון. נתון אחר הוא שצריכת החום בבית ובתעשייה מהווה 30% מצריכת האנרגיה, החל ממים פושרים לתעשייה ובישול וכלה בטמפרטורות גבוהות לייצור. אפשר כבר היום לקחת מפעל שצריך מים חמים ולתת לו קולטי שמש כמו שיש לך בבית, וזה זול מאוד". אז למה לא עושים את זה? "צריך שהמדינה תעזור. צריך לתת הנחה ממס או להכיר בהוצאות. חשמל מוכר כהוצאה, אבל לעומת זאת אם תשקיע במערכת שמונעת את הצורך לקנות בדולרים דלק שיעלה פי שלושה, אתה לא מקבל שום הקלה. היינו יכולים לחסוך בקלות 20% מתצרוכת החשמל אם היינו מנוצלים את אנרגיית השמש". זסלבסקי מוסיף כי ניתן להפיק 10% מתצרוכת החשמל של מדינת ישראל על-ידי שריפת פסולת, וכי גם הפקת אנרגיית רוח רחוקה מאוד ממיצוי. "אני חושב שעד 70% אחוז מתצרוכת האנרגיה של מדינת ישראל אפשר לספק ממקורות עצמאיים, בלי טובות מאף אחד ובלי צורך באידיאולוגיה שתצדיק אותם. רק צריך להתארגן נכון", הוא מסכם.

אחד הגורמים החשובים בכלכלה העולמית בכלל ובשוק האנרגיה בפרט הוא מחיר הנפט. אנו מרגישים זאת בכיס הפרטי שלנו בתחנת הדלק, אך גם שוקי המניות בעולם מושפעים לעיתים קרובות מהתנודות במחיר הנפט. הסיבות לתנודתיות במחיר הנפט בימים אלה נעוצות בשפל מחירים של הנפט בעבר. מחיר הנפט בשנים 1986-2002

על הבימה העולמית, הצעד הגדול ביותר שנעשה עד כה בכיוון הירוק הוא פרוטוקול קיוטו. הפרוטוקול, עליו חתמו בין השאר מדינות האיחוד האירופי, יפן וישראל, מיועד לצמצום פליטת גזי החממה ב-5% מתחת לרמה שנמדדה בשנת 1990. יש לציין כי השפעתו מוגבלת, מאחר ששתי צרכניות האנרגיה הגדולות בעולם – ארה"ב וסין – אינן חתומות עליו

עמד בממוצע על כ-17 דולר לחבית. מחיר הנפט הנמוך גרם לחברות הנפט שלא להגדיל את כושר הייצור שלהן, בשל חוסר כדאיות כלכלית. בשנים האחרונות, לעומת זאת, עלו בצורה ניכרת הביקושים ממדינות כגון הודו וסין, מה שגורם לחברות הנפט לייצר בכמעט 100% מכושר התפוקה שלהן, שלא כמו בעבר. לדברי ד"ר מור, החששות לאי סדרים באספקה (בשל תקלות או פגעי מזג-אוויר) הם שגורמים לתנודתיות הגוברת במחיר הנפט בשנים האחרונות.

פרופ' זסלבסקי אינו מוכן להתנבא, אך מספק זווית ראייה קצת שונה. "בני האדם סיימו את עידן האבן לא בגלל שנגמרו האבנים. אותו דבר יהיה בעידן הדלק. אנחנו צריכים לצאת מעידן הדלק משורה ארוכה של סיבות, לדוגמה מפני שהדלק והגז מחולקים בעולם באופן לא שווה, מה שגורם למלחמות וסחיתות ובגלל זה אתה מוצא את עצמך תלוי במדינות כמו



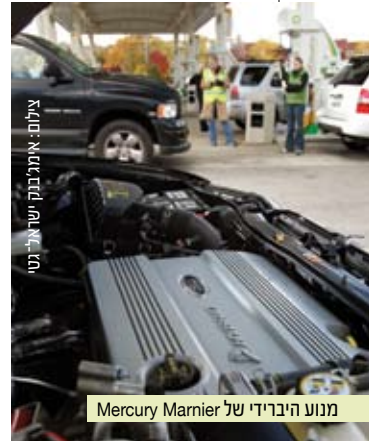
פרופ' זן זסלבסקי, ממציא "ארובות שרב"

סעודיה או רוסיה. בסוף, לא מחסור בדלק או מחירו יגרמו להפסיק את השימוש בו, אלא סיבות כאלה".

כשליש מתצרוכת האנרגיה בעולם מופנה אל תחום התחבורה: ממכוניות ועד מטוסים. לפיכך, משאבים רבים מופנים אל התחום גם במסגרת המחקר הירוק. כיום קיימות בעולם התחבורה שתי מגמות ירוקות מובילות. כיוון ראשון הוא תחום המכוניות ההיברידיות. מכוניות אלה מצוידות בזוג מנועים. האחד מבוסס על שריפת דלק כמו במכונית הגילה, והשני מבוסס על חשמל.

מגמה חמה שנייה בתחום התחבורה הירוקה היא הברידלקים. בתהליך צמיחתם, מפיקים הצמחים אנרגיה בתהליך הפוטוסינתזה, בו מומרים פחמן דרחמצני ואור השמש לחמצן.

טעות נפוצה היא לחשוב ששריפת בירידלקים למיניהם אינה מזהמת את האוויר כלל. שריפת בירידלקים אמנם פולטת פחות מזהמים, אך גם היא פולטת פחמן דרחמצני שהוא גז חממה לכל עניין ודבר. למרות זאת, מבחינה סביבתית עדיין עדיף השימוש בבירידלקים. תחום מחקר חדש בבירידלקים הוא ניסיון ליצור (על-ידי הנדסה גנטית) צמחים חדשים אשר יגדלו במהירות אך יצטרכו מעט מים, ועד שלא יפותח זן כזה של צמח, תחום הברידלקים יהיה פחות רלוונטי בישראל בשל המחסור במים.



צילום: אתר הבנק של ישראל

מנוע הבריד של Mercury Mariner

## יש לנו שמש!

כמו זסלבסקי, גם פרופ' גרשון גרוסמן, ראש פורום האנרגיה במוסד נאמן וראש המרכז להנדסת אנרגיה בטכניון, חושב כי יש מקום רב לשימוש באנרגיה תרמו-סולארית בתעשייה בישראל. "לתעשייה יש המון יתרונות ביחס לאדם הפרטי. הם קונים בכמויות גדולות אז המחיר יורד וכדומה. לכאורה, הכל לטובת האנרגיה הסולארית. אלא שיש שתי בעיות: הראשונה היא שמבחינת מיסוי כיום זה לא משתלם, והשנייה היא שבניגוד לצרכן הפרטי מותר לתעשיינים לקנות מזוט – שזה דלק זול מאוד אך גם מזהם מאוד – ולהשתמש בו לצורכי חימום". גרוסמן סבור כי אם תשנה הממשלה את מדיניות המס שלה בנושא המערכות הסולאריות ובמקביל תטיל "מס זיהום" על המזוט,



צילום: באתר תחנת כחמאן

קולטי שמש לחימום מים ביתי

**חסרונות:** יוצר בעיות סביבתיות, לציפורים לדוגמה, חוסר זמינות רוח בחלק מן המדינות, צורך במקור אנרגיה חלופית כאשר הרוח אינה מספיקה.

**חברה ישראלית בתחום:** אלספק (ELSPEC)

### ג. אנרגיה הידרואלקטרית – הפקת אנרגיה מזרימת מים

השימוש בזרימת מים חזקה כדי לייצר אנרגיה כלשהי, מוכרת מאות שנים. כיום, ייצור חשמל באמצעות מים נעשה בעיקר באמצעות סכרים. עם סכרים מפורסמים בעולם נמנים סכר "הובר" הקרוב ללאס וגאס בארה"ב, וסכר "שלושת הערצים" במחוז חוביי שבסין, שבנייתו הוערכה ב-25 מיליארד דולר והסתיימה באחרונה.

בישראל הוזכרה באחרונה מחדש "תעלת הימים" מחוזנו של הרצל, אך נראה שפרוייקט זה עוד רחוק ממימוש. שיטה נוספת להפקת אנרגיה מזרימת מים שנמצאת בחיתוליה היא הפקת אנרגיה מגלי ים.

**זמינות:** לאורך כל שעות היום.

**יתרונות:** עלות זולה יחסית, אנרגיה זמינה מאוד.

**חסרונות:** מקורות המים בעולם בהם ניתן להתקין עוד אמצעי הפקת חשמל (שאינם גלי ים) אינם גדולים, ובשל כך לא צפויה עלייה דרמטית בשימוש בשיטה זו.

**חברה ישראלית בתחום:** חברת SDE העוסקת במחקר ושיווק של טכנולוגיה להפקת חשמל מגלי ים.



תרשים של תחנה להפקת חשמל של חברת SDE

### ד. אנרגיה גיאותרמית

שימוש במקורות מים חמים תת-קרקעיים כדי ליצור חשמל. תחנת חשמל גיאותרמית משתמשת במקורות תת-קרקעיים בהם המים בטמפרטורות גבוהות מאוד, ומפיקה מהם קיטור. תפקידו של הקיטור הוא לסובב מדחפים, ובאמצעות זאת – ליצור חשמל.

**זמינות:** במשך כל שעות היום.

**יתרונות:** מחיר זול יחסית.

**חסרונות:** צורך במקור מים גיאותרמי חם מאוד. אין מקומות רבים כאלה בעולם.

**חברה ישראלית בתחום:** אורמות היא אחת מהחברות המובילות בעולם בתחום.

### ה. הפקת אנרגיה מחום שיורי תעשייתי

ניצול חום הנפלט ממפעלים בסקטורים שונים כדי לייצר חשמל מן החום הזה.

**זמינות:** כאשר המפעלים פועלים.

**יתרונות:** חיסכון בחשמל עבור המפעלים, וניצול אנרגיה שאם לא כן

רוב התעשיינים יעברו אל האנרגיה הסולארית.

גרוסמן אף לוקח את הנושא צעד קדימה. לדעתו, ישראל יכולה וצריכה להפוך למעצמה בתחום האנרגיה הסולארית. כדוגמה הוא מביא את דנמרק, בה החליט הממשל לתת הלוואות מיוחדות לחקלאים לצורך קניית טורבינות רוח, ובמקביל – לחתום עם כל

”בני האדם יצאו מעידן האבן לא בגלל שנגמחו האבנים. אותו דבר יהיה בעידן הדלק. אנחנו צריכים לצאת ממנו מהרבה סיבות, כמו למשל מהסיבה שהדלק והגז מחולקים בעולם באופן לא שווה, מה שגורם למלחמות וסחיסות ותלות במדינות כמו סעודיה או רוסיה. בסופו של דבר, לא מחסור בדלק או מחירו יגרמו להפסיק את השימוש בו, אלא סיבות שאלה”

חקלאי חוזה על התחייבות לקניית החשמל. החקלאים, מצידם, שבעצם קיבלו מתנה, התקינו בהמוניהם טורבינות רוח. גרוסמן מסביר שכתוצאה מהביקוש הרב, חברות דניות פיתחו מערכות אנרגיית רוח מתקדמות וכיום הן מוכרות אותן בכל רחבי העולם. ”אני חושב שמה שעבד בדנמרק בתחום הרוח, יכול לעבוד באותה מידה אצלנו בתחום הסולארי כי יש לנו המון שמש. זה לא רק ישפר את איכות הסביבה,



ברינה מחוממת ע"י קולטי שמש של חברת סולר

אלא גם יוסיף מקומות עבודה רבים.”

רעיון בעל פוטנציאל שפותח בטכניון הן ”ארובות שרב” – תחנות כוח המנצלות כמקור אנרגיה אוויר חם ויבש המגיע מאיזור קו המשווה אל אזורים מדבריים. הרעיון הוא לבנות באיזור אליו מגיע האוויר החם ארובה גבוהה בקוטר גדול, שמעליה מרססים מים. כתוצאה מהריסוס, האוויר מתקרר, יורד מטה ויוצא מפתחים הנמצאים בתחתית הארובה, תוך שהוא מסובב טורבינות ויוצר חשמל. ”בעצם, יצרנו מכונה שמייצרת רוח, רק שהרוח עובדת יום ולילה, קיץ וחורף, והיא אינה תלויה בדברים כמו זריחת השמש – בניגוד לטכנולוגיות מתחדשות אחרות”. אומר ממוציא השיטה, פרופ' זסלבסקי שהיה בעבר גם המדען הראשי במשרד האנרגיה ונציב המים של מדינת ישראל.

עלות הקמת מתקן הפקת חשמל בטכנולוגיה זו מגיע, על-פי זסלבסקי, ל-800–900 מיליון דולר. ”זה סכום דומה לעלות הקמתה של תחנת כוח קונבנציונאלית, אבל אנחנו לא משלמים אחר-כך על

<

– הולכת לאיבוד.

**חסרונות:** שימוש נקודתי מאוד, לא מיוצרת כמות אנרגיה משמעותית. **חברה ישראלית בתחום:** אורמת.

### ו. הפקת אנרגיה מביומאסה

בחומרים האורגניים בעולם נאצרת אנרגיה רבה כתוצאה מתהליך הפוטוסינתזה שאוגר אנרגיה מן השמש. הפקת אנרגיה מביומאסה מנסה לנצל אנרגיה זו. קיימים בתחום שלושה תתי-תחומים עיקריים:

1. הפקת תחליפי נפט לתחבורה כגון ביודיזל ותחליפי דלק נוספים, שהמפורסם בהם הוא האתאנול.

2. שריפת פסולת או חומרים אורגניים אחרים כדי לייצר חשמל.

3. איסוף גז המתאן המשתחרר כתוצאה משריפת ביומאסה והפקת חשמל ממנו.

**זמינות:** במשך כל שעות היום.

**יתרונות:** שימוש בתחום זה יכול להחליף את הדלק בשימושי התחבורה.

**חסרונות:** צורך בהגדלת השטחים החקלאיים בעולם כדי לגדל עוד ביומאסה כדוגמת התיירס. התהליך פחות ידידותי מן השיטות האחרות.

**חברה ישראלית בתחום:** ג'נובה.

### ז. הפקת נפט מפצלי שמן

מדובר בהפקת נפט משיירים של בתי-הזיקוק בצירוף עם פצלי שמן, שהם מחצב טבעי שנמצא במקומות שונים בעולם, כולל ישראל.

**זמינות:** אין בעיות זמינות.

**יתרונות:** שימוש בפסולת בתי-הזיקוק שכיום מזהמת את הסביבה.

**חסרונות:** תלות גבוהה במחיר הנפט. מחירי נפט נמוכים הופכים את התהליך ללא כדאי.

**חברה ישראלית בתחום:** א.פ.ס.ק חום טוב.

### ח. אנרגיית מימן ותאי דלק

מימן, שהוא אמנם היסוד הנפוץ בטבע, כמעט שאינו נמצא לבדו בצורה זמינה לשימוש. כדי לייצר אותו, נעשה תהליך פשוט של הפרדת מים למימן וחמצן באמצעות חשמל. המימן יכול אז להיות מועבר, ואז, בשעת הצורך, להישרף (יחד עם אוויר) וליצור שוב חשמל. יש הצופים שהשימוש העתידי העיקרי יהווה תהליך לדלק, במקרה שהדלק יתייקר מאוד. מתקנים השורפים מימן לצורך הפקת חשמל נקראים ”תאי דלק”.

**זמינות:** אין בעיית זמינות, ניתן לייצר מימן אפילו ממי ים.

**יתרונות:** שריפת מימן מספקת את האנרגיה היעילה והנקייה ביותר מכל תהליכי השריפה ליצירת אנרגיה.

**חסרונות:** מחיר גבוה. יש להוציא אנרגיה כדי ליצור את המימן לפני ששורפים אותו. כיום, אין כל שיטה לייצור מימן באופן כלכלי. בנוסף, המימן דליק מאוד, וקשה לאחסון.

דלק או פחם”, הוא מוסיף. ארובת שרב טיפוסית יכולה לייצר כ-370 מגה ואט חשמל, בעלות של 2–4 סנט לקילוואט/שעה לצרכן – מחיר תחרותי גם מול מקורות האנרגיה הקונבנציונאליים.

זסלבסקי מוסיף כי לארובות השרב תוצרי לוואי מועילים, ביניהם ניתן למנות התפלת מים בחצי מהמחיר כיום, אמצעים לאגירת חשמל והתאמת אספקת החשמל לעקומת הביקוש.

הפרייקט, שנמצא כיום בידיה של חברה פרטית, לא התקדם מהותית בשנים

אך הממשלה הגרמנית התחייבה לקנות את החשמל במחיר של 50 יורוסנט לקילוואט/שעה – פי עשרה ממחיר החשמל הרגיל, מה שהפך את העיסקה למשתלמת ביותר. למרות שאינה חתומה על הפרוטוקול, לארה"ב סיבות משלה לעבור לאנרגיה ירוקה. בנאומו לאומה בשנת 2006 הצהיר הנשיא **בוש** כי מדיניות ארה"ב בטווח הארוך צריכה להיות מעבר למקורות אנרגיה שאינם תלויים במדינות אחרות, מסיבות של ביטחון לאומי. הצהרה זו היא בהחלט בשורה טובה לטווח הארוך למגזר האנרגיה הירוקה, שיתכן שהממשל יעדיף אותו על אף מחירו הגבוה יותר, כדי להימנע מתלות במדינות מוסלמיות ומדינות שמשטרן אינו יציב.

המובילה בתחום זה בארה"ב היא קליפורניה, ששמה לה למטרה שעד שנת 2010 20% מצריכת האנרגיה שלה תגיע ממקורות חלופיים. קליפורניה אינה היחידה: כיום, ל-21 מדינות בארה"ב יעדים מפורשים בנוגע לאחוז האנרגיות המתחדשות מכלל צריכת האנרגיה.

חברות מסחריות החלו אף הן להגביר את מעורבותן בתחום הירוק. אחת הסיבות לכך היא יחסי ציבור; חברות הנתפסות כתורמות לאיכות הסביבה, הן חברות מוערכות יותר. דוגמה לחברה שעשתה מהלכים "ירוקים" רציניים היא **גוגל**: ענקית האינטרנט הכריזה באחרונה על כוונתה להקים תחנת כוח סולארית עצמאית שתספק 30% מתצרכת החשמל של החברה. אגב, נודע כי מייסדי גוגל עצמם, **לארי פייג' וסרגי ברין**, השקיעו מכספם הפרטי בחברת סטארט-אפ בתחום האנרגיה הסולארית.



אילום: איתור ויטוראל/טו

אילום: איתור ויטוראל/טו

## להשקיע בירוקים

אם כן, כיצד כל זה נוגע לכיס שלנו? מסתבר שלא צריך להיות מנכ"ל קרן הון-סיכון או ברוקר מנוסה כדי לקחת חלק בהתעוררות. ראשית, גופים רבים במגזר הפיננסי מפעילים היום קרנות נאמנות "ירוקות". עם בתי ההשקעות הללו ניתן למנות את **מיטב, אלטשולר שחם, אקסלנס** ונוספים. כלי פיננסי נוסף שניתן להשתמש בו הוא תעודות סל מיוחדות לנושא, שחלקן אף מופעלות על-ידי גופים ישראליים. "התחום הירוק עלה בממוצע בלמעלה מ-20% בשנה במהלך השנתיים האחרונות. נכנסו לשם המון כספים בזמן האחרון, ונראה שהמגמה היא עדיין כלפי מעלה", אומר **יותם עירוני**, האנליסט "הירוק" באלטשולר שחם, המנהל את "הקרן הירוקה", קרן נאמנות המשקיעה בטכנולוגיות ירוקות. לדבריו, בשנתיים האחרונות כמעט כל פיזור של חברות בתחום הניב תשואה יפה. "עכשיו לעומת זאת, רמת המחירים בשוק היא אינה זולה ולכן צריך לעבוד קשה יותר כדי לחזור על התשואות האלה, אבל זה אפשרי", הוא מסביר. למעוניינים להשקיע בתעודות הסל למיניהן מיעף עירוני: "קיימות היום הרבה תעודות סל שכולן מבוססות על מדדים בחו"ל. דבר אחד חשוב שצריך לשים לב אליו כשמשקיעים בתעודות האלה הוא, שרובן ממוקדות בנושא מסויים – תעודה בנושא אנרגיה סולארית, לדוגמה – ואינן כוללות את כלל תחום האנרגיות המתחדשות".

עירוני מוסיף ומסביר כי בשל הכספים הרבים שנכנסו באחרונה, התחום הירוק היה תנודתי הרבה יותר, אולם בטווח הארוך הוא ימשיך לעלות בקצב גבוה מרוב התחומים. "ברור שאם תהיה ירידה כללית בשווקים אז גם התחום הזה יירד כחלק מהמגמה הכללית, אך הוא יתקן מהר יותר כלפי מעלה ובממוצע התשואות יהיו יפות גם בעתיד".

האחרונות. זסלבסקי טוען כי היישום של ארובות השרב בישראל נתקע בעיקר בשל בירוקרטיה וחשש מיישום של משהו שעוד לא נוסה בעבר. זסלבסקי מציין באזכרה כי חוסר היישום הוא כישלון של ממשלת ישראל, וכי בליט ברירה פנו הממציאים אל השוק הפרטי. "ממש בימים אלה אנחנו במו"מ עם חברה זרה שמוכנה לשים סכום ראשוני כדי לבדוק את הנושא. הייתה התעניינות מצד המון גופים, אבל כולם מפחדים כי אף אחד עדיין לא עשה כזה דבר, וזהו פרוייקט בסדר-גודל עצום". אמנם לא בהיקף חזונו של גרוסמן, אך גם היום קיימות בישראל כמה חברות מצליחות בתחום האנרגיה החלופית. המוכרת מכולן היא כמובן

חברת **אורמת**, שתחום עיסוקה העיקרי הוא אנרגיה גיאותרמית והיא אחת מהמובילות בעולם בנושא. אולם מעבר לאורמת, יש גם כמה חברות מעניינות נוספות.

חברת **סולל** מבית-שמש שעוסקת בתחום האנרגיה הסולארית היא אחת מהן. סולל, שהוקמה בשנת 1991 על חורבותיה של חברת לוז שפשטה את הרגל ונמכרה למשקיע בלגי, מצליחה להראות סימנים מעודדים מאוד לעתיד. באחרונה הודיעה סולל על מעורבותה בפרוייקט להקמת שלוש תחנות כוח סולאריות בספרד, שימכור חשמל לרשת הקונבנציונאלית הספרדית. בסולל מעריכים כי היקף הציוד שהיא תמכור במסגרת הפרוייקט יגיע לכ-500 מיליון דולר.

חברה מעניינת נוספת בתחום האנרגיה הירוקה, שאף נסחרת בבורסה בתל-אביב, היא חברת **אלספק**, המייצרת ציוד בתחום אנרגיית הרוח. מניית אלספק הוזכרה לפני כחודשיים על-ידי מספר אנליסטים בישראל, כאחת המומלצות במניות היתר באחד העם.

חברה מבטיחה רביעית היא **אפסק חום טוב**. החברה הוקמה על בסיס פטנט ישראלי להפיכת שיירים מתהליך הזיקוק ופצלי שמן לנפט. השליטה בחברה נרכשה באחרונה על-ידי קבוצת **עופר גלזר**, ולדברי גלזר היא נמצאת במו"מ עם חברות מובילות בעולם בנוגע להקמת מתקני נפט בטכנולוגיה של החברה ברחבי העולם.

על הבימה העולמית, הצעד הגדול ביותר שנעשה עד כה בכיוון הירוק הוא פרוטוקול **קייטו**. הפרוטוקול, שעליו חתומות בין השאר מדינות האיחוד האירופי, יפן וישראל, שם לו ליעד את צמצום פליטת גזי החממה ב-5% מתחת לרמה שנמדדה בשנת 1990. יש לציין כי השפעתו של הפרוטוקול מוגבלת, מאחר ושתי צרכניות האנרגיה הגדולות בעולם, ארה"ב וסין, אינן חתומות עליו.

פרוייקט בעל סדר-גודל משמעותי בתחום הירוק שניתן אולי לייחס לפרוטוקול קייטו, נעשה בגרמניה וזכה להצלחה גדולה. בעידוד הממשל, הותקנו בברלין תוך כשנה וחצי קולטי שמש סולאריים במיליון גגות. ההתקנה נעשתה אמנם על חשבון משק הבית הפרטי,