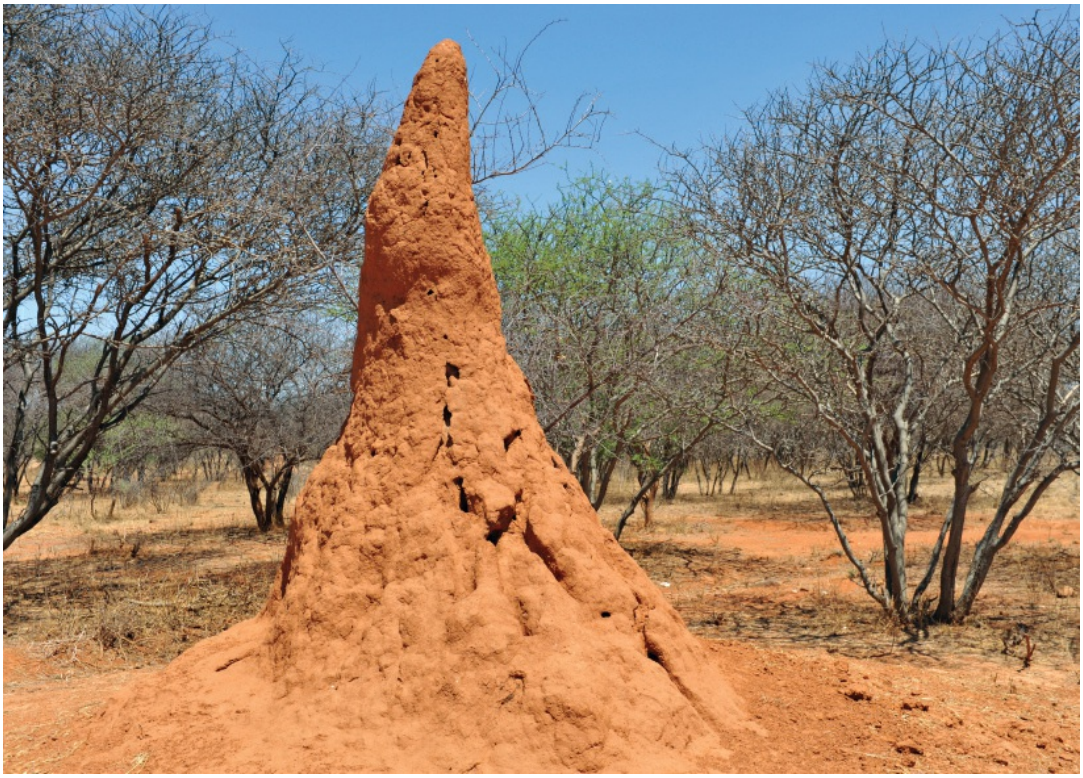
יעל הלפמן כהן
ארגון הביומימיקרי הישראלי

מאיה מילרד גבעון
ארגון הביומימיקרי הישראלי

ציטוט מומלץ

הלפמן כהן י ומילרד מ. 2013. Biomimicry – חדשנות סביבתית בהשראת הטבע. *אקולוגיה וסביבה* **4**(2).



תל טרמיטים – השראה לבניית בניין מסחרי המיישם עקרונות של קירור פסיבי | באדיבות ארגון הביומימיקרי הישראלי

Biomimicry – חדשנות סביבתית בהשראת הטבע

בקצרה גיליון קיץ 2013 / כרך 4(2) 25 ביולי, 2013

bio) Biomimicry=חיים, mimicry=חיקוי) היא דיסציפלינה רב-תחומית העוסקת בפתרון בעיות בדרכים חדשניות ובנות-קיימא באמצעות חיקוי ולמידה מהטבע. מאז ומעולם התבונן האדם ולמד מהטבע, אך ההתפתחות הטכנולוגית המשמעותית של העשורים האחרונים בתחום המיקרוסקופיה, מידול של מבנים מולקולריים בסקלת הננו (כלומר בגודל של מיליוניות מילימטרים) וידע מדעי חדש על אודות מנגנונים ביולוגיים, מאפשרים כיום נגישות למאגר הפתרונות של הטבע.

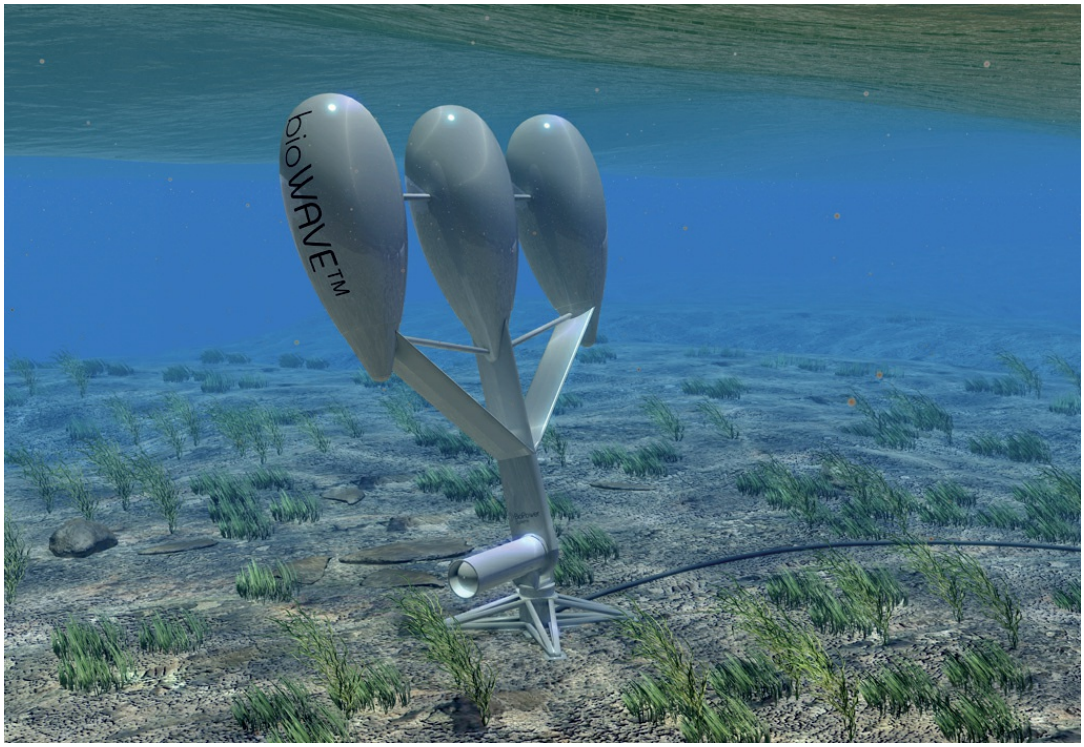
תחום ה-biomimicry מזוהה כמנוע חדשנות הצפוי לתרום כטריליון דולר לתל"ג העולמי עד שנת 2025 [4]. בהקשר הסביבתי מזוהה התחום כאחד מבסיסי הידע המניעים את גל החדשנות המקיימת, מאחר שהטבע הוא מקור לפתרונות מפתיעים, חדשניים ויעילים, המותאמים לסביבתם הטבעית וחסכוניים במשאבי חומר ואנרגיה. התחום מזמֵן צורת הסתכלות חדשה על הטבע, ורואה בטבע מקור לידע ולתובנות ולא רק מקור למשאבים. ידע זה מיושם בשלב הראשוני של תהליך המחקר והפיתוח, הנקרא שלב התכנון הרעיוני, שמאגר הרעיונות הפוטנציאליים מורחב בו על-ידי בחינת הפתרונות של הטבע לאתגר התכנוני הנדון. בתהליך הפיתוח הביומימֵטי משולבים בצוות התכנון מומחים בתחומי מדעי החיים, ומוצעים כלים ושיטות לחיבור בין ההנדסה והטכנולוגיה לבין מדעי החיים.

אם יש תחום שבו עלינו ללמוד - ומהר - מעולם הטבע, הרי שזה תחום האנרגיה. פיתוח מקורות אנרגיה חליפיים ונקיים הוא צו השעה לאור המשך הגידול בצריכת האנרגיה העולמית, ולנוכח התחזיות לשינוי אקלים קיצוני ולהתחממות גלובלית. להלן מספר דוגמאות לטכנולוגיות ביומימֵטיות המספקות פתרונות יעילים להפקת אנרגיה ולחיסכון בצריכת אנרגיה.

חיקוי מבנה של אצה בפיתוח טכנולוגיה לקצירת אנרגיה מגלי הים

אצת הים Bull Kelp - קֶלֶף השור - (*Nereocystis luetkeana*) המגיעה לאורך של כ-30 מטר, משתרעת מקרקעית הים ועד

קרוב לפני המים, ומייצרת אנרגיה בתהליך הפוטוסינתזה, ככל הצמחים. לאצה גבעול חזק וגמיש, "עלים" המותאמים לזרמים בעוצמה משתנה, ומבנים מיוחדים מלאי גז, המשמשים מצופים ושומרים על האצה זקופה וקרובה לפני המים. הודות למבנה המורכב שלה היא משגשגת גם באזורים שעומק הקרקעית או עוצמת הגלים בהם מגבילים אצות ממינים אחרים. תנועת האצה עם גלי הים שימשה מקור השראה לחברת BioPower, המתמחה בקצירת אנרגיה מתנועת גלים ומגֵאות [2]. החברה הקנדית פיתחה מערכת גמישה ומוארכת, המתאזנת על-ידי יחידות מצופים שמחוברים לאורך "גבעול", בדומה לאצה. כל יחידה של המערכת מייצרת 250 קילוואט לשעה של חשמל מתנועת הגלים. בניגוד לאצה, בזמן שהים סוער במיוחד, יתמלאו המצופים המאזנים את ה"גבעול" המוארך במים, כדי לגרום למערכת לשקוע לקרקעית ולשמר אותה בשלמותה עד שהים יירגע שוב, והיא תתפרס חזרה למלוא אורכה.



האצה Bull Kelp היא ההשראה לבניית מערכת לקצירת אנרגיה מהגאות ומתנועת הגלים | באדיבות שון הארפר וחברת © BioPower Systems Pty Lta

לווייתנים ולהקות דגים כהשראה לייעול פעולת טורבינות רוח

ייצור טורבינות רוח המסוגלות להפיק אנרגיה ביעילות גם בעוצמות רוח נמוכות יחסית הוא אתגר הנדסי. הפתרון נמצא בסנפירי לווייתנים גדולי סנפיר (*Megaptera novaeangliae*, המוכרים בשם Humpback whales). נמצא כי בניגוד לתכנון הרוֹוֵחַ של להבי טורבינות ישרים, השפה המשוננת של סנפירי הצד של הלווייתן מפחיתה גרר באופן משמעותי, ומגבירה את יעילות התנועה. עובדה זו מאפשרת ללווייתן הענק, שאורכו יכול להגיע ל-15 מטר ומשקלו ל-27 טונות, לשחות בקלילות במים למרות גודלו. ומה שעובד בתוך המים - עובד גם באוויר. חברת WhalePower פיתחה להבים בעלי שפת התקפה משוננת, המיועדים לטורבינות רוח, ומדגימים שיפור של כ-40% בביצועי המערכת [5].

יעד נוסף לייעול תהליך הפקת אנרגיית הרוח בוצע בעקבות מחקר על מבנה של להקות דגים [3]. נמצא שקיימת התאבכות הידרודינָמית בונה בין נתיבים של דגים שכנים. ידע זה סייע לתכנון סידור מרחבי מסוים של הטורבינות, המשפר את יעילותן, וזאת בעקבות יישום עקרונות פיזיקליים הדומים לעקרונות שנצפו אצל להקות הדגים.

טרמיטים - מופת לבקרת אקלים פסיבית

טרמיטים מהמין *Macrotermes michaelseni* בונים תִּלי ענק מעל מחילות המשמשות להם קן. התִּלים מתנוססים בנופים מדבריים למרחוק, ומאכסנים מאות אלפי טרמיטים בכל אחד מהם, במבנה שהוא למעשה עיר זעירה. בזכות המבנה של התִּלים והודות לאופן האינטראקציה של הטרמיטים עם סביבתם, הם מצליחים לשמור על טמפרטורה קבועה בתוך הקן ללא שימוש בחומרים חיצוניים, פרט לאדמה. אמנם טמפרטורת הסביבה נעה בין 1-40 מעלות צלזיוס, אך הקן שומר על הטמפרטורה המיטבית לגידול הפטרייה המשמשת למושבה למאכל - 30.5 מעלות.

המעטפת העבה עשויה בוץ מוקשה, ויש לה מסה תרמית מספקת לבידוד ולמניעת שינויי טמפרטורה מהירים. נוסף על כך, ארובות אוויר אנכיות וצרות היוצאות מן הקן אל האוויר הפתוח במעלה התִּלים שמעליו יוצרות תנועת אוויר חם כלפי מעלה, בעוד שפתחים בבסיס המבנים מאפשרים לאוויר קריר יותר לחדור פנימה. כך נוצרת זרימה טבעית ומתמדת של אוויר רענן בתוך המחילות, גזים לא רצויים מאוורר‍ים, ומתאפשרת שמירה על סביבה יציבה ומיטבית [1].

עקרונות אלה יושמו במבנה מסחרי גדול בשם Eastgate בבירת זימבבואה, הררה. המבנה, שנחנך ב-1996, הוא הראשון המיישם עקרונות של קירור פסיבי באופן מקיף. מערכות האקלים שבו עלו עשירית בלבד מעלות מערכות קירור למבנים רגילים באותו סדר גודל, והן צורכות 35% פחות מהאנרגיה הנצרכת בבניין רגיל בגודל זהה. בשנים שעברו מאז נחנך הבניין, התרחבה הבנת עקרונות הבנייה של הטרמיטים, וכיום ניתן לבנות מבנים חסכוניים אף יותר.

דיסציפלינת ה-biomimicry מתפתחת במהירות רבה במגוון נרחב של תחומים, מפיתוח פתרונות טכנולוגיים ברפואה ביולוגית, דרך תכנון ערים ובקרת תנועה ועד גישות ניהוליות וארגוניות. מעבר לפתרונות עצמם, שינוי נקודת המבט כלפי הטבע שסביבנו - לא עוד מחסן חומרים, אלא מורה, מודל ומדד לפיתוח בר-קיימא - מזמֵן חדשנות סביבתית.

מקורות

1. Ask Nature. Ventilated nests remove heat and gas: Mound-building termites. Viewed 19 Feb 2013.
2. BioPower Systems website. www.biopowersystems.com/biowave.html. Viewed 5 Apr 2013.
3. California Institute of Technology. Center for Bioinspired Engineering. Viewed 5 Apr 2013.
4. FBEI. 2010. Global biomimicry efforts – An economic game changer.
5. WhalePower website. www.whalepower.com. Viewed 5 Apr 2013.