

הטבע הוא מודל לחיקוי

לפעמים לא צריך ללכת רחוק מדי כדי למצוא פתרונות חדשניים ומקיימים לאתגרים מודרניים. הכירו את הביומימיקריה - רעיונות בהשראת הטבע // עדי להב

שנת 2008 במהלך המשחקים האולימפיים בבייג'ינג, זכו בגדי הים של השחיין האמריקאי מייקל פלפס לתשומת לב תקשורתית. הסיבה לכך היה עיצובם יוצא הדופן בהשראה יוצאת דופן לא פחות - כרישים. כשמסתכלים במיקרוסקופ אלקטרוני על עור הכריש מגלים כי הוא מורכב מאינספור סולמות חופפים הנקראים בתרגום חופשי - "שיני עור קטנות". השיניים האלה חרוצות לאורך באופן שמשבשש היווצרות מערבולות לצידי הכריש - עובדה שמאפשרת למים לעבור מהר יותר ובהתאם להגביר את מהירות תנועתו של הכריש. מבנה ה"שיניים" המחוספסות והחרוצות מונע גם צמיחה של טפילים כמו אצות וצדפות.

ומה בין בגדי הים של פלפס לשיני העור של הכרישים? מתברר כי המדענים הצליחו לשכפל את המודל של השיניים הקטנות בכגדי הים ובמשטחים התחתונים של סירות. ברור כי חיקוי של היבט טבעי זה בגופו של הכריש מעניקה יתרון לשיניים (מהירות ותנועה חלקה של המים) ולבעלי הספינות (מניעת היווצרות גושי אצות בקרקעית הסירה). הטכניקה שפותחה תיושם גם בבתי חולים על מנת לשלב בהם משטחים עמידים בפני צמיחת חיידקים. כיום בגדי ים מסוג זה אסורים לשימוש בתחרויות מרכזיות מחשש להענקת יתרון לא הוגן בתחום של תוכן ביומימטי בבית

לשחינים המשתמשים בהם. דרך זו של פתרון בעיות בעולם האמיתי על בסיס חיקוי של הטבע מכונה ביומימיקרי (Biomimicry: Bio=life; mimesis=imitate) תחום שזוכה להתעניינות רבה בשנים האחרונות. לראשונה הוזכר המושג בשנת 1982, אבל הוא זכה להכרה רחבה רק כ-15 שנים מאוחר יותר בעקבות ספרה של ג'נין בניוס - "ביומימיקרי - חדשנות בהשראת הטבע". בהרצאה פופולרית שלה ב-TED היא טענה כי כשמחפשים פתרון עיצובי, יש להסתכל תחילה על הטבע. שם ימצאו דוגמאות מעוררות השראה ליצירת מוצרים וחומרים עמידים למים, אווירודינמיים, מונעים בכוח אנרגיה סולרית ועוד.



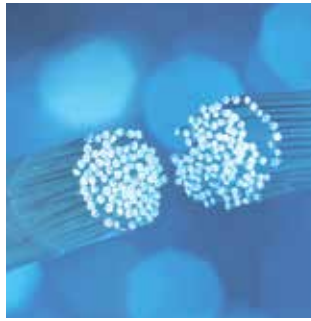
צוות התכנון של הרכבת המהירה ביפן שיונקסן (Shinkansen Bullet Train), שאב השראה ראשונית מהנישופים הידועים כעופות שקטים ביותר. צוות התכנון של הרכבת גילה שהמכוף השקט של העופות מתשפחה זו קשור לנוצות הכנף, המעוצבות על ידי הרבה נוצות קטנות משוננות הבולטות משפת הנוצות הבסיסיות. הנוצות המשוננות יוצרות מערבולות קטנות באוויר ששוברות את מערבולת האוויר הגדולה היוצרת רעש. לאחר ארבע שנות מחקר ופיתוח מאומצות הצליחו המהנדסים ליישם עיקרון זה והפחיתו את הרעש בהתאם לתקנים העולמיים.



ההשפעה הסביבתית של הטכנולוגיות על ידי התאמתן לקריטריונים אקולוגיים או על ידי פיתוח טכנולוגיות חדשות. קבלת השראה מהטבע ולמידת העקרונות המקיימים בטבע יכולות לסייע במאמץ למצוא פתרונות שפותרו את בעיות החברה. ביומימיקרי, כמתודת מחקר ופיתוח, מקדמת הסתכלות על הטבע כמקור אינסופי לפתרונות מקיימים לאתגרים הנדסיים, אדריכליים, רפואיים ואחרים - כי זה טבעי ללמוד מהטבע.

ג'נין בניוס, שייסדה את המכון האמריקאי לביומימיקרי, זיהתה פוטנציאל רב לשיפור טכנולוגיית גייט ההדפסה התלת ממדית - הכה פופולרית בימינו - באמצעות חיקוי תהליכים טבעיים

הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל אביב. עם ההתפתחות התעשייתית נוצרו טכנולוגיות בעלות השפעה סביבתית, המנצלות משאבי טבע ויוצרות פסולת וזיהום, אומרת הלפמן כהן, "האדם חזר והמציא את הגלגל שוב ושוב ושוב, באופן מסורבל יותר, בזבזני יותר המנצל עד חורמה את משאבי הטבע. מי קסום תוצאות לטווח הקצר הפך למונח המוביל והמועדף בפיתוח ומחקר על פני אופטימיזציה רב-ממדיית ארוכת שנים. צורך השעה מחדד את ההבנה שקבלת השראה מהטבע לפיתוח פתרונות מקיימים לבעיות שבהן אנו נתקלים חיונית לשמירת משאבי כדור הארץ והחיים בו. האתגר כיום הוא למצוא את



עכביש טווה את רשתו בסיבים מסוגים שונים ובהם סיב המסגרת (Dragline Silk) קור עכביש דק פי 30 משערה אנושית, אך בולט בחוזקו. באמצעות הבנת המבנה המולקולרי האחראי לחוזק קור העכביש נוכל לבסס קווים מנחים שיובילו לסינתזה של חומרים יעילים, חזקים וגמישים. כך למשל, ייצור המוני של סיבים, שעובי האחד אלפית המילימטר, עשוי לשמש בעתיד לייצור אפודי מגן, סיבים אופטיים, כבלים לגשרים ועוד.



הזוהר הסטגוני של פרפר מורפו (Morpho) נוצר ממבנה המורכב משכבות ומשטחים שונים המשפיעים על החזיר האור ובשל כך על הצבע שאנו רואים מזוויות שונות בעוד שצבע הפרפר הוא בעצם חום. באמצעות שימוש בנו-מבנים המחקים את כנפי הפרפר הצליחו חברות שונות לייצר צבעים, בדים וקוסטיקה ללא מתכות רעילות ובפחות אנרגיה בתהליך הייצור.

מנוף לחדשנות סביבתית

ארגון הביומימיקרי הישראלי נוסד על ידי ד"ר דפנה חיים לנגפורד ועל הלפמן כהן - 2008 כארגון סביבתי. הארגון פועל לקידום תחום הביומימיקרי בישראל כמנוף לחדשנות סביבתית בתעשייה, באקדמיה ובמערכת החינוך, ועוסק בהפצת הידע באמצעות ידעון חודשי וכנסים, פיתוח תוכניות חינוך בהן כנס ביומימיקרי לילדים, קורסים אקדמיים וקורסים לקהל מקצועי מדיסציפלינות שונות. ארגון הביומימיקרי הישראלי שם למטרה לקדם ולעודד שימוש נרחב במתודולוגיית ביומימיקרי בתחומי המחקר והפיתוח המובילים בישראל, תוך למידה מבתי הגידול הייחודיים בארץ, כבסיס להשראה לפתרונות טכנולוגיים בתחומי המים, האנרגיה והחומר כחלק מהמאמץ לבניית חברה מקיימת יותר.



קבלת השראה מהטבע ולימוד העקרונות המקיימים בטבע יכולות לסייע במאמץ למצוא פתרונות שפותרו את בעיות החברה.



ד"ר יעל הלפמן כהן

היו ידידותיים לסביבה, ללא שימוש בטמפרטורות ולחצים גבוהים ובלי לפלוט רעלנים לסביבה. כך למשל, ייצור המוני של סיבים, שעובי האחד אלפית המילימטר, עשוי לשמש בעתיד לייצור אפודי מגן, חוטי תפירה כירורגית, מיקרו-מוליכים, סיבים אופטיים, מצנחים, כבלים לגשרים ועוד."

ויכול להימתח בכ-40% מעבר לצורתו המקורית ולחזור לגודל המקורי (30% יותר מיכולת ההימתחות של ניילון). חוקרים טוענים כי קור העכביש חזק וגמיש עד שרשת גדולה של קורי עכביש תוכל לעצור מטוס נוסף לקור ואינו נשבר בטמפרטורות נמוכות.

"מבחינה יישומית, באמצעות הבנת המבנה המולקולרי האחד-ראי לחוזק קור העכביש נוכל לבסס קווים מנחים שיובילו לסינתזה של חומרים יעילים, חזקים וגמישים. במסגרת פיתוח סיבים דמויי קורים ממקורות טבעיים, יושם דגש גם על יכולתם להשתפרק על-ידי אנזימים שמקורם באורגניזמים חיים, בדומה לקורים הנאכלים על ידי העכביש. "תנאי הייצור של סיבים אלו



בטבע קיימים חומרים חזקים וקלים שאינם מצריכים חימום לטמפרטורות גבוהות, לחצים גבוהים, או חומצות מאכלות. אחד מהם הוא קורי העכביש

סיב המסגרת (Dragline Silk), מסבירה הלפמן כהן. "קור עכביש דק פי 30 משע"ר אנושית, אך בולט בחוזקו. סיב זה מתאפיין בקשיחות בסיסית גבוהה ובאלסטיות רבה. הוא חזק יותר (עד פי 6) מניילון ומפלדה באותו עובי, חזק יותר מ-Kevlar

הרכב והמבנים בפלדה. הפלדה היא סגסוגת המורכבת ברובה מבזל ומכילה ריכוז נמוך של פחמן. תהליך ייצורה כולל חימום לטמפרטורות של 1200°C.

"בתעשיית התעופה משתמשים ב-Kevlar (יריעות של חומרים מרוכבים המעושרים בתוספים מיוחדים לשיפור תכונותיהם). על מנת לייצרו יש צורך בחומצה גרפתית, לחץ גבוה וטמפרטורה של מאות מעלות צלזיוס. בהסתכלות כללית, בתהליך ייצור הפלדה וה-Kevlar נעשה שימוש בכמויות גדולות של אנרגיה תוך ייצור מוצרי לוואי רעילים". לעומת זאת, בטבע קיימים חומרים חזקים וקלים שאינם מצריכים חימום לטמפרטורות גבוהות, לחצים גבוהים, או חומצות מאכלות. אחד מהם הוא קורי העכביש. "העכביש טווה את רשתו בסיבים מסוגים שונים ובהם



צילום: AP

מוצרים תעשייתיים מיוצרים בתהליך גריעה המייצר אשפה כמו בתהליכי גזירה ועיבוד שבבי. זאת לעומת עלה 'אמיתי' שלא נחתך מגליל של חומר ירוק. בנוסף, בסוף חיי המוצר התעשייתי לא תמיד הוא חוזר על מרכיבו למעגלי החומר בטבע או בתעשייה."

ללמוד מהעכביש

הלפמן מביאה דוגמה נוספת מתעשיית הרכב והתעופה. מכור ניות, מטוסים, מבנים וגשרים, היא אומרת, הם חלק בסיסי בעולמנו. "כולנו שואפים לנסוע במכוניות קלות, עמידות, חזקות ובטיחותיות - אך נעות בקלילות. לשם כך דרוש שיח חומרים בעלי חוזק רב ומשקל קטן. כיום משתמשים בתעשיית



המדענים הצליחו לשכפל את המודל של השיניים הקטנות בבגדי הים ובמשטחים התחתונים של סירות. ברור כי חיקוי של היבט טבעי זה בגופו של הכריש מעניקה יתרון לשחיניים (מהירות ותנועה חלקה של המים) ולבעלי הספינות (מניעת היווצרות גושי אצות בקרקעית הסירה).

מקרה מבחן: החיפושית והמים

בחוף המערבי הצחיח של אפריקה, סוג אחד של חיפושית מצא דרך ייחודית המאפשרת לה לשרוד בתנאי יובש קיצוניים (כארבעים מ"מ גשם בשנה בלבד) המתקיימים במדבר נמיביה שבמערב אפריקה. בערפל הבוקר מתגלגלת החיפושית, הידועה בשם החיפושית הנמיבית, ואוספת טיפות מים על גב המהמורות שלה, ולאחר מכן מאפשרת ללחות לזלוזל אל פיה - דבר המאפשר לה לשתות גם ללא נגישות למקור מים זורמים. החיפושית עושה זאת בזכות פיתוח ייחודי: שריון הכנפיים שלה מכוסה בגבושיות מחומר הידרופילי (מושך מים) המוקפות במעטה שעווה (חומר הידרופובי - דוחה מים). מבנה זה גורם לאדי המים להיקשר אל הגבשור שיות ולהאסף עליהן, עד אשר הטיפה כבדה מספיק בשביל לה-תנתק מכח המשיכה של הקישור ההידרופילי, ולהתגלגל על גבי הכנף ישירות אל פה החיפושית. דחופה: ארגון הבריאות העולמי ויוניצ"ף מעריכים כי כ-900 מיליון אנשים ברחבי העולם חיים ללא מים ראויים לשתיה, וכי הנטל של מציאת והובלת מים נופל על נשים וילדים. "אני חושב שזה נורא שהעניים צריכים לה-שקיע שעות הליכה ביום רק כדי להשיג צורך בסיסי", אומר שריאנג צ'אטרה, דוקטורנט בהנדסה כימית מ-MIT וזים, בהודעה לעיתונות שהוציא המכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס לרגל פיתוח חדשני שלו. צ'אטרה מבקש ליישם את פיתוח הטבעי של החיפושית בעזרת טכניקה שנקראת 'קצירת ערפל' במטרה למשוך טיפות מים ול-כלוא את הנגר. בדרך זו, תושבי הכפר העניים יכולים לאסוף מים נקיים בסמוך לבתיהם, במקום לבזבז שעות בהובלת מים מב-רות או נחלים רחוקים. מכשיר קציר ערפל מורכב מפא-

הורייזן 2020 HORIZON

תוכנית המסגרת למו"פ של האיחוד האירופי
11 מיליארד אירו לשנה, ל-7 שנים
מימון שיתופי פעולה מחקריים בכל התחומים

תחום טכנולוגיות ירוקות
קולות קוראים לשנים 2014-2015:

תחום	סכום כולל	לפרטים נוספים	אילה קרינול
Environment	Water	96 M€	ayala@iserd.org.il
	Waste	58 M€	
	Low Carbon, Resource Efficiency & Row Materials	189 M€	
Energy	Energy Efficiency	98 M€	nili@iserd.org.il
	Competitive Low Carbon Energy	382 M€	
	Nanotechnology, Materials & Production Processes (NMP)	113.5 M€	
Transport	Energy Efficiency Buildings (EeB)	145 M€	ד"ר נילי מנדלבלט
	Factories of the Future (FoF)	77 M€	
	Sustainable Process Industries (SPIRE)	159 M€	

www.iserd.org.il



שער הכניסה שלך למו"פ האירופי

ISERD מקיימת מפגשי הכוונה שבועיים לתוכניות המו"פ באירופה

הרשמה בטלפון: 03-5118122

