המשך מעמ' 31

שירה דור צעיר שמחפש את הפתרונות שלו בטבע באופן יצירתי. התוצאות של הטמעת דיסציפלינה שכזו באמת יכולות להיות מרחיקות לכת ולשנות את חיי כולנו". לא בכדי נבחרה בניוס לפני שנתיים לאחת מ־45 גיבורי הס־ביבה של "טיימס", ולא בכדי הגדיר אותה שם הפיזיקאי ולוחם הסביבה אמורי לובינס כאשה שעבודתה "תשנה את החיים של כולנו, ויכולה גם להציל את העולם".

רק עכשיו, כי עכשיו אפשר, ואין ברירה

ההבטחות הגדולות שכרוכות בביומימטיקה מבלבלות: האם ייתכן שהבשורה היתה כאן כל הזמן, מתחת לפנס? ואם כן, למה לקח לנו כל כך הרבה זמן לגלות אותה?

גם לבניוס (51) לקח קצת זמן לגלות אותה. היא גדלה בפרברי ניו ג'רזי, וכבר כילדה היתה סקרנית בכל הנו־גע למעט הטבע שמסביב. אחר כך למדה כתיבה וניהול סביבה באוניברסיטת רוגרס המקומית, ועסקה בתרגום ובכתיבת ספרי טבע. ואז, "ב־1990, אחרי המישה ספרים, התחלתי לשאול את עצמי אם מישהו שם בחוץ, מעצבים או מצייאים, עוד בכלל מנסה לחקות את העבודה המופלאה של הטבע? התחלתי לבדוק, וגיליתי מחקרים ופיתוחים מרתקים בתחום". על שולחנה בערמה בהדרגה תיקייה של דוגמאות לפיתוחים בהשראת הטבע, שנהפכה לאובססיה וגם לקריירה, שהושקה ב"Biomimicry: Innovation Inspired by Nature", הספר שפרסמה ב־1997. אחר כך הקימה את הגילדה והמכון, וממי שמלווה את ניצני התחום נהפכה למנוע המרכזי שלו. כך שחלק מהתשובה לשאלה איך זה קרה דווקא עכשיו נעוץ בבניוס עצמה. את החלקים האחרים היא שמחה להסביר.

"כמה דברים התרחשו בשנים האחרונות שהובילו אותנו לתחום. ראשית, הבנו שאנחנו משתמשים בהרבה יותר מדי אנרגיה בתהליכי הייצור שלנו, יותר ממה שאנחנו יכולים להרשות לעצמנו. מעבר לעובדה שהתהליכים הללו יקרים להחריד, בחלק גדול מהמקרים הם רעילים לנו ולסביבתנו. אנחנו פשוט בזבזנים אימתי – הסטטיסטיקות בתעשייה מלמדות ש־94% מחומרי הגלם שנכנסים למפעל יוצאים בחזרה כפסולת ייצור. עכשיו, כשהרעלנים שאנחנו משח־ררים מתחילים לנשוך אותנו בישבן ומזג האוויר משתנה, וגם מבחינה פיננסית אנחנו כבר לא יכולים לעשות מה שעשינו בעבר, הגיע הזמן שבו אנשים מחפשים דרך אחרת. לכן הם בודקים כיום יותר את עולם הטבע, שבו תהליכים דומים מבוצעים במינימום אנרגיה ובמינימום שימוש בחר־מי גלם, וכמובן ללא זיהום.

"שנית, וזה דבר חשוב שבזכותו אנחנו מסוגלים היום להתחיל ליהנות מהיתרונות של הביומימטיקה, בשני העשורים האחרונים התפתחה הטכנולוגיה עד כך שהיא מאפשרת לנו להבין, עד הרמה המולקולרית, איך קרמיקה נוצרת באופן טבעי, איך עצמות נוצרות, איך קורי עכביש נטווים – ומאפשרת לנו לנסות ליישם חלק גדול מהמנג־נונים שקיימים בטבע".

בלומי מדובר בעוד שלב באבולוציה של התעשיות שלנו?

"בהחלט, ועוד יותר מכך. כמין, יש לנו היכולת ללמוד את העולם סביבנו ולחקות אותו. הפעולה הזו אינה חדשה, אלא שעד היום היא נעשתה באופן בוזבזני, בלתי יעיל ונצלני. יש הרבה דברים חדשים שאנחנו צריכים ללמוד. למשל, איך ליצור כימיה ירוקה, שהיא שונה מהותית מה־כימיה שלנו היום. אם נלמד איך ליצור קור עכביש ואז נלמד איך לטוות ממנו חומרים מהחזקים בטבע, לא נצט־רך לדאוג לגבי פסולת וזיהום – בכימיה ירוקה אין כמעט פסולת וזיהום, כי הרי כשעכביש טווה קור הוא עושה זאת בתוך הגוף שלו, ולכן התהליך אינו יכול להיות רעיל לו או לסביבתו. לפעמים, עם כל טכנולוגיות הייצור שלנו, אנחנו חושבים שאנחנו נמצאים מעל הסביבה, אלא שהתה־ליכים האלה משולים לתהליכי ייצור בטבע. גם אנחנו נדע בקרוב את הברירה הטבעית תאפשר לנו להמשיך ולייצר כפי שאנו עושים כיום, או שנגלה שהיא אינה פוטחת גם עלינו. האפשרות שעומדת בפנינו היא ללמוד ולהתפתח אבולוציונית בתעשיות שלנו, ליצור תנאים שמוליכים חיים ולדאוג לסביבה שלנו, כדי שגם הצאצאים שלנו יוכלו להמשיך ולחיות בה, בדיוק כמו בטבע. זה ללא ספק ציווי אבולוציוני, כמו גם השלב הבא בתהליך האנושי".

> **ג'ינין בניוס: בקרוב נדע אם הברירה הטבעית תאפשר לנו להמשיך לייצר כמו היום. ביומימטיקה היא השלב הבא באבולוציה של התעשיות שלנו. עלינו להתפתח, ליצור תנאים שמוליכים חיים ולדאוג לסביבה שלנו, כדי שגם הצאצאים שלנו יוכלו לחיות בה, בדיוק כמו בטבע. זה ללא ספק ציווי אבולוציוני"**

האתגר הגדול של המאה ה־21

הפלא הראשון של הביומימטיקה הוא שהיא מחקה את הטבע בבסיס שלה – היא הוליסטית כמוהו, מיידית כמוהו ומעוררת השתאות כמוהו. היא נוגעת ומשנה שלל תחומים, וברבדים משתנים שלהם. לכן, באותה נשימה בניוס מדברת על מולקולות וחומרים וייצור, ועל רוח כמעט בודהיסטית. "הטכנולוגיה של הביומימטיקה אולי מרשימה, אבל כשא־תה מתחיל להבין כמה אנחנו יכולים ללמוד מכל יצור חי, מכל צמח, מפלנקטון ומפיל, אתה מתחיל לרחוש כבוד עמוק כלפי כל צורות החיים באשר הן. זה משנה מהיסוד את תפיסת החיים והעולם שלך. כשאני מסתכלת היום על עץ מחוץ לחלון שלי אני אומרת 'וואו, הנה המתקן הכי משוכלל לייצור אנרגיה סולרית. הוא גם יודע ליצור מבנים מורכבים שעומדים בלחצים אדירים ביחס לגודל וחומר, הוא מוליך מים לגובה רב בלי להשתמש במשאבה' ועוד ועוד. אני חשה כבוד עצום כלפי האורגניזם הזה, וכשאני רואה שיש חברה שמיישמת את המנגנון של הולכת המים לגובה ורוצה להטמיע אותו כשכבת ספט בקירות בניינים במקום צנרת מיושנת, זה מעלה על שפתיי חיוך – אני יודעת שעכשיו יש עוד חבורה של אנשים שמסתכלים על העץ הזה בדרך דומה לשלי".

> **כשאני מסתכלת היום על עץ מחוץ לחלון שלי אני אומרת 'וואו, הנה המתקן הכי משוכלל לייצור אנרגיה סולרית. הוא גם יודע ליצור מבנים מורכבים בלחצים אדירים ביחס לגודל וחומר, הוא מוליך מים לגובה רב בלי להשתמש במשאבה' ועוד ועוד"**

וזה בעצם ההבדל בין ביומימטיקה לביוטכנולוגיה?

"ההבדל הוא שבביוטכנולוגיה אנחנו פועלים מתוך סוג של היבריס, ואילו בביומימטיקה אנחנו פועלים מתוך ענ־ווה וכבוד. ביוטכנולוגיה היא לעתים קרובות הרפתקנית ומשולהת רסן, היא עושה מניפולציות גנטיות שאין לי באמת צל של מושג מה יהיו ההשלכות שלהן. אני כלל לא בטוחה, למשל, שלקחת גנים נוגדי קפיאה מדגים ולהשתיל אותם בתותים זה דבר נבון. הרי אין לנו דרי מידע להעריך מהן ההשלכות של זה. בביומימטיקה אנחנו מסתכלים על הבנה עמוקה ושלמה של תהליך, לא על הימור עתידי וספקולציה. ואנחנו גם יודעים מה ההשלכות של התהליכים המבוקשים ויודעים כיצד הם מעודדים חיים בסביבה. זה שוני מהותי. עם זאת, אם ביוטכנולוגיה נעשית באופן בר קיימא ואחראי – אני בעדה".

ומה פשר החיבור העמוק של הביומימטיקה בעיקר לתחום העיצוב?

"הקהילה הראשונה שאימצה את הגישה הזאת היתה המ־עצבים והארכיטקטים, וגם כיום היא הגדולה בתחום. נדמה לי שזה נובע מהתבונה שחלק גדול מאוד מהעיצוב בעשורים האחרונים נעשה בהשראה מכנית, ושהקהילה חיפשה השראות חדשות, שמתאימות יותר לרוח הזמן ולשיח התרבותי הנוכחי. ההתעוררות בקהילה הזו התרחשה תוך כדי תנועה – הם הבינו שבעיצוב טבעי יש הרבה יותר מאסתטיקה, ועברו מרגש על צורה לרגש על פונקציה שמכתיבה צורה. אפשר להקביל את התהליך הזה לזה שבו בהתחלה יוצרים עמודי בניין מקושטים בספירלה שדומה להשתרגות של גזע עץ, ואחר כך עוברים לתכנון ששואב השראה מהיכולתם הספירלית של גזעים לע־מוד בלחצי רוח גבוהים – עובדה שמשרתת כיום ארכיטקטורה לגורדי שחקים רבים. הטבע יפה כל כך רק משום שהוא גם עובד כל כך טוב. ככל שמעצבים יבינו את היופי הפונקציונלי שקיים בטבע, כך גם העיצוב כפי שאנו מכירים אותו ישתנה.

"כמו כן, אני חושבת שלביומימטיקה יש השפעה נוספת על מעצבים: הם רוחשים כבוד לסביבה. אני שומעת יותר ויותר מעצבי מוצר, למשל, שמבקשים לייצר משהו שלא פוגע כלל בסביבה, שמתכללה ואינו רעיל. הלחץ הזה מצטבר ומופנה אל יצרני הסיבים וחומרי הגלם, ויכול לגרום לשינוי מהותי ועמוק בעולם הצרכנות שלנו".

אז כן, בניוס אופטימית, או "מלאת תקווה", כדבריה. הע־דות, ביניהן, הולכות ומתרבות. מחקרים מצאו, למשל, שבעוד מספר הפטנטים גדל בעשור האחרון פי 2.3, מספר הפטנטים הביומימטיים גדל פי 93. ומעבר לחיבוק של קהילת המצאים, החיבוק ההמוני הוא שמפיח בבניוס תקווה: המוטו שלה הוא "הטבע יוצר תנאים מוליכי חיים, גם אנחנו צריכים ליצור תנאים כאלה", ו"אנשים מכל העולם אוהבים את זה, כי זה פשוט, וזה נכון", היא אומרת.

"זה האתגר הגדול שלנו למאה ה־21, וזה הסוד של לחיות חיים מלאים ומפרים לטווח ארוך מאוד, שגם מכבדים את כל צורות החיים באשר הן. אם אנחנו רוצים עולם מאוזן, אנחנו חייבים ללמוד איך לסגן אוויר, ואיך לסגן מי שתייה נקיים, וכל כך הרבה אורגניזמים עושים את זה עבורנו. יש המון נדיבות במערכות אקולוגיות, והביומימטיקה יכולה ללמד אותנו להיות נדיבים באותה המידה".

ההשראה
חיפושית נמיבית שאוספת טל

התוצאה
"תיאטרון המים" של משרד הארכיטקטים גרימשו, שמלקט מים מהערפל פי 10 יותר ממלכודות טל קיימות

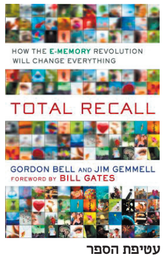
מתבונן
על העולם החדש

שיזף רפאלי

ארכיון דיגיטלי במקום זיכרון

– זה הרעיון העומד במרכזו של "Total Recall", ספר חדש שפרסמו לפני כשבועיים שני חוקרים מובילים ממיקרוסופט. מאז 1998 הם מפתחים חומרה ותוכנה שאוספות את כל החוויות האנושיות שאפשר לאסוף, ויוצרות זיכרון בלתי מוגבל. MyLifeBits, הם קוראים לזה, וכותרת המשנה של הספר – "איך מהפכת הזיכרון האלקטרוני תשנה הכל" – כבר מרמזת על מגוון השאלות שהוא מעלה, על בני האדם החדשים והקשר שלהם למכונה.

יש משוררים הטוענים שהאדם הוא לא פחות ולא יותר מסך כל זיכרונותיו. כולנו מעבירים את הקו המפריד בין פרה־היס־טוריה להיסטוריה בנקודה שבה התחילה הכתיבה והחלו להיאסף הזיכרונות. האמנם אנחנו עומדים על ספו של מפנה קריטי כמו תחילתה של ההסטוריה? מה יקרה אם כל אחד יוכל לשים את כל הזיכרונות בתוך קר־פסה שאפשר לשכפל, לגבות, לארגן מחדש? מה אם באמת הכל יהיה רשום, ונאבד את היכולת לשכוח?



עטיפת הספר

> עד כמה אנחנו ערוכים פסיכולוגית להתמודד עם מציאות שאינה שוכחת? האם אין משהו בריא, הישרדותי, אפילו נדרש ביכולת לשכוח?

בזכות הטכנולוגיה הנוכחית, אלו כבר שאלות קונקרטיות ולא תיאורטיות כב־עבר. הורי הסבים של השאירו אחריהם מעט מאוד: תמונה אחת, כמה פיסות נייר, לא יותר. מדור הסבים יש קצת יותר זיכרון מתועד. דור ההורים, הדור שלנו ודור ילדינו יוצרים ומשאירים כמויות גדלות של זיכרונות. "העצמי הדיגיטלי" של כל דור גדל והולך, גם אם אינני מדגים במעבדות המחקר של מיקרוסופט. את העותקים הדיגיטליים האלה אפשר לשכפל, ואפשר לכרות מהם מידע. הנכד שלי לא רק יידע מה עשה סבא ואיך הוא נראה, הוא גם יוכל להיוועץ בו ובניסיונו.

גורדון בל וג'ים גמל,

מחברי "Total Recall", מדגימים את זה, ומסכמים עשור של תיעוד אובססיבי. פרויקט MyLifeBits תיעד בשנים הללו חיים שלמים – את החיים של בל, על מסרי הדואל, המסרים המיידיים, שיחות הטלפון, דו"חות הבנק, חשבונות החשמל, התיעוד הרפואי, ההתנהגויות בעת גלישה ברשת, התמונות, הסרטים שצולמו, הס־רטים שנצפו וכל דבר אחר שאפשר היה לתעד. כל דבר שבל עושה מתועדה, והוא אפילו עונד מצלמה שמופעלת אוטומ־טית כל כמה שניות. התוצאה: אינדקס מלא של כל קורותיו.

אגב, לא צריך להיות חוקר במיקרו־סופט בשביל זה: חברת evernote.com מאפשרת לכולם לעשות זאת, ו־1.5 מי־ליון המשתמשים שלה כבר אוגרים, מא־רגנים ומעבדים הכל. הרי הזיונוקים בכרי־שר העיבוד, האכסון והעברת הנתונים, בהתאם לחוק מור, ובצרם צניחת המחי־רים ופריחת שירותי האכסון החינמיים, מייצרים מרחב שלם שבו אפשר לשים את האני הדיגיטלי במחירי שכירות שהולכים ונחתכים. כך נוצרת תחרבות חדשה, של גיבורי, נגישות ויוירון. וכן, גם של אח גדול, גדול מתמיד.

המסקנה של בל וגמל ברורה: שי־מוש גורף בכלי הדרישום וההקלטה, נפח האכסון וכלי החיפוש והעיבוד הקיימים משנה את משמעות החיים. לא פחות. ומסכמים עשור של תיעוד אובססיבי. פרויקט MyLifeBits תיעד בשנים הללו חיים שלמים – את החיים של בל, על מסרי הדואל, המסרים המיידיים, שיחות הטלפון, דו"חות הבנק, חשבונות החשמל, התיעוד הרפואי, ההתנהגויות בעת גלישה ברשת, התמונות, הסרטים שצולמו, הס־רטים שנצפו וכל דבר אחר שאפשר היה לתעד. כל דבר שבל עושה מתועדה, והוא אפילו עונד מצלמה שמופעלת אוטומ־טית כל כמה שניות. התוצאה: אינדקס מלא של כל קורותיו.

אגב, לא צריך להיות חוקר במיקרו־סופט בשביל זה: חברת evernote.com מאפשרת לכולם לעשות זאת, ו־1.5 מי־ליון המשתמשים שלה כבר אוגרים, מא־רגנים ומעבדים הכל. הרי הזיונוקים בכרי־שר העיבוד, האכסון והעברת הנתונים, בהתאם לחוק מור, ובצרם צניחת המחי־רים ופריחת שירותי האכסון החינמיים, מייצרים מרחב שלם שבו אפשר לשים את האני הדיגיטלי במחירי שכירות שהולכים ונחתכים. כך נוצרת תחרבות חדשה, של גיבורי, נגישות ויוירון. וכן, גם של אח גדול, גדול מתמיד.

המסקנה של בל וגמל ברורה: שי־מוש גורף בכלי הדרישום וההקלטה, נפח האכסון וכלי החיפוש והעיבוד הקיימים משנה את משמעות החיים. לא פחות. וכדי להצדיק את העניין, הם משמיצים את הזיכרון הביולוגי ומרבים בשבחו של הדיגיטלי. הזיכרון הטבעי שלנו, לטע־נתם, הוא "סובייקטיבי, לא צפוי, מוטה על ידי רגשות, מסונן על ידי האגו ונתון להשפעה". לעומתו, הזיכרון הדיגיטלי "אובייקטיבי, חסר פניות ומדויק ללא רחמים". אני חושב שהם עושים חסד איתנו בכך שאינם מזכירים את המי־דה שבה שני סוגי הזיכרון פגיעים ובני חלוף.

הכיוון שהם מצביעים

עליו בלתי נמנע, לדעתי. נצטרך אמנם עוד לפתור מספר לא קטן של בעיות לפני שהקלקלה ושכפול של האני הדיגיטלי יהיו דבר שבשגרה. נגישותה ונפיצותה של הטכנולוגיה תפתור בעיות רבות, אבל גם תעורר שאלות חדשות או תציף ביתר שאת שאלות קיימות. הרבה לפני שית־גשם חזון ה"Total Recall" וחיינו ישתנו, נצטרך להתייחס לסוגיות של פרטיות, סמכות גישה, בעלות, זכויות יוצרים והצ־פנה, וזה לא יהיה קל.

נצטרך לתת מענה גם לשאלות לא פחות חשובות, שאינן מוזכרות בספר המומלץ מאוד של בל וגמל. כמדע־ני מחשב, המחברים מסונוורים (ואולי בצדק) מן המכונה ויכולותיה. אבל נדמה שהם ממעיטים בכמות המידע האמיתי שיש בזכרוננו: ריחות, טעמים ותחושות מגע, למשל, עדיין לא נמצאים כלל במ־פרט "האני הדיגיטלי", למרות חשיבותם הצפוונה. ובאופן רחב יותר, אנחנו, בני התמותה (עדיין?) לא משוחררים (עדיין?) משאלות לגבי מותר האדם מן המכונה. עד כמה אנחנו ערוכים פסיכולוגית לה־תמודד עם מציאות שאינה שוכחת? האם אין משהו בריא, הישרדותי, אפילו נדרש ביכולת לשכוח? האם לא נדרשת יכולת שכחה כדי לסלוח או לרפא? מה ההש־לכה של טכנולוגיה שכזאת, של גיבוי של נשמת האדם, על קדושת החיים? האם אפשר, מותר, צריך להתחיל לדבר (שוב?) על חיי נצח?

פרופ' שיזף רפאלי הוא ראש בית הספר לניהול והמרכז לחקר חברת המידע באוניברסיטת חיפה. sheizaf.rafaeli.net