

המהפכה התעשייתית הבאה

מאת: ויליאם מק'דונל ומיכאל בראונגרט

Eco-Efficiency (בתרגום לעברית: אקו-יעילות), האופנה האחרונה של התעשייה, לא תציל את הסביבה, וגם לא תעודד כושר המצאה ופרודוקטיביות, אומרים המהברים. הם מציעים גישה חדשה הבאה לפתור את הבעיות שיוצרת התעשייה, במקום רק להקטין אותן.

באביב של 1912 עזב, אחד מן הגופים הגדולים ביותר שאי פעם יצר האדם, את סאות'המפטון והחל לנוע לכיוון ניו-יורק. היתה זו גולת הכותרת של העידן התעשייתי – סמל רב עוצמה של הטכנולוגיה, השגשוג, הלוקסוס והקידמה. משקלו היה 60,000 טונות. אורך שלד הפלדה שלו כאורכם של ארבעה בלוקים עירוניים. כל אחד ממנועי הקיטור שלו היה בגודל של בית משותף. והוא היה בדרכו להתנגשות הרת אסון עם איתני הטבע. כלי שייט זה, היה כמובן, הטיטניק – מפלצת של ספינה בלתי-פגיע לכאורה מפני כוחו של העולם הטבעי. בעיני הקברניט, הצוות, ורבים מן הנוסעים, שום דבר לא יכול היה להטביעה.

ניתן לומר, שהתשתית שיצרה המהפכה התעשייתית של המאה ה-19 דומה לספינת קיטור מעין זו. היא מונעת על ידי דלקים פוסיליים*, תחנות כוח גרעיניות וכימיקלים. היא שופכת פסולת לתוך המים, וממלאת את השמיים בעשן. היא מנסה לפעול על פי כללים נפרדים משל עצמה, המנוגדים לאלה של העולם הטבעי. וגם אם היא נראית בלתי ניתנת להכרעה, פגמי העיצוב הבסיסיים שלה מבשרים אסון. אולם, רבים עדיין מאמינים שבעזרת מספר שינויים מזעריים, התשתית הזאת יכולה להשיט אותם בשגשוג ובבטחה אל תוך העתיד.

בתקופת המהפכה התעשייתית משאבי העולם נדמו כבלתי נדלים, והטבע נתפס כדבר מה שיש לאלפו ולתרבותו. ואולם לאחרונה, החלו כמה מן התעשיינים המובילים להבין שהדרכים המסורתיות בהן פעלו וייצרו אינן ניתנות לקיום לאורך זמן. "מה שנראה היה לנו אינסופי יש לו גבולות" אומר רוברט שפירו, יו"ר ומנכ"ל מונסאנטו (Monsanto) בראיון בשנת 1997, "ועכשיו אנחנו מתחילים להיתקל בהם".

פסגת כדור הארץ ב-1992 בריו דה-ז'ניירו, שהנהיג אותה איש העסקים הקנדי, מוריס סטרונג, הכירה בגבולות אלה. כ-30,000 אנשים מרחבי העולם, כולל למעלה מ-100 מנהיגי מדינות ונציגים מ-167 ארצות, התאספו בריו דה-ז'ניירו כדי להגיב לסימפטומים המדאיגים של התדרדרות הסביבה. למרות שהיתה אכזבה מרה מכך שלא הושגה הסכמה מחייבת בוועידה, הרבה מן המשתתפים מתחום התעשייה החלו לנפנף באסטרטגיה מסוימת שנתכנתה: אקו-יעילות (eco-efficiency). מכוונת התעשייה יתחלפו במיכון נקי יותר, מהיר יותר ושקט יותר. השגשוג לא ייבלם, ומבנים ומוסדות כלכליים יישארו בעינם. התקווה היתה שה"אקו-יעילות" תביא לתמורה בתעשייה: תמורה ממערכת שלוקחת, מייצרת, ומבזבזת, למערכת המשלבת עקרונות כלכליים, סביבתיים ואתיים. "אקו-יעילות" נחשבת היום בתעשייה במקומות רבים בעולם כאסטרטגיה המתאימה ביותר לחולל את השינוי.

מהי "אקו-יעילות"? ביסודו של דבר המונח משמעו "לעשות יותר עם פחות" – כלל ששורשיו מופיעים בתחילת העידן המתועש. הנרי פורד התעקש על מדיניות ביצוע רזה ונקייה: הוא חסך לחברה שלו כסף על ידי מיחזור ושימוש חוזר בחומרים, הוא הקטין את הניצול של משאבי טבע, צמצם את השימוש באריזות, וקבע סטנדרטים

*דלקים שמוצאם ממאובנים כגון: פחם, גז טבעי ונפט

חדשים בפס-הייצור שהמציא, שסגולתו חסכון בזמן ייצור. פורד כתב ב-1926 "יש להוציא את המירב מן הכוח, מן החומר, ומן הזמן"; זהו "אני מאמין" שאפשר היה היום לקבועו על קירותיו של כל מפעל הדוגל ב"אקו-יעילות". הקשר שבין יעילות לבין קיום הסביבה נוסח אולי באופן המוכר ביותר בדו"ח "עתידנו המשותף" (Our Common Future) – דו"ח של הנציבות העולמית של האו"ם לסביבה ולפיתוח. "עתידנו המשותף" הזהיר שאם לא יוגבר הפיקוח על הזיהומים, יגבר הסיכון המאיים על הרכוש ועל המערכות האקולוגיות, והקיום יהפוך להיות בלתי נעים, ואפילו מזיק לבריאות בערים מסוימות. "יש לעודד את התעשייה ואת אותם פרויקטים תעשייתיים, שהינם יעילים יותר מבחינת השימוש שלהם במשאבים, אשר מייצרים פחות זיהום ופסולת, ואשר מתבססים על ניצול של משאבים מתחדשים, לעומת משאבים בלתי-מתחדשים, ואשר ממזערים את הנזקים הבלתי הפיכים על בריאות האדם והסביבה" - המליץ הדו"ח בפרק על השינוי הנדרש.

המונח "אקו-יעילות" הועלה לאחר חמש שנים על ידי המועצה העסקית (כיום המועצה העסקית העולמית) לפיתוח בר קיימא, קבוצה של כ-48 ספונסרים מן התעשייה שכללו את דאו (Dow), דו-פונט (Du-Pont), קון אגרה (Con-Agra) ושברון (Chevron), שכולם הביאו נקודת ראות עסקית לפסגת כדור הארץ בריו. המועצה הציגה את תביעתה לשינוי במונחים מעשיים, כשהיא מדגישה את מה שיוכלו חברות להרוויח בזכות המודעות האקולוגית החדשה, במקום להתעכב על מה שהסביבה עלולה להפסיד אם התעשייה תמשיך בדפוסים הנוכחיים. בדו"ח הקרוי "שינוי מגמה" (Changing Course) אשר פורסם זמן קצר לפני הועידה, הטעים סטפאן שמידהייני (Stephan Schmidheiny) את חשיבותה של ה"אקו-יעילות" לכל אותן חברות ששאפו להיות גם תחרותיות, גם "מקיימות" (sustainable) וגם מצליחות בטווח הארוך. ב-1996 אמר שמידהייני "אני צופה שתוך עשור יהיה קשה לחברה להיות רווחית מבלי להיות גם 'אקו יעילה' – כשהיא מוסיפה ערך למוצר או לשרות תוך כדי צמצום הניצול של משאבים וצמצום פליטת המזהמים".

כפי שחזה שמידהייני, ה"אקו-יעילות" נטמעת בתעשייה, בהצלחה יוצאת מן הכלל. מספר התאגידים אשר מתחייבים לאמץ אותה גדל, ובכללם חברות ענק כמו מונסנטו, 3 M וג'ונסון אנד ג'ונסון. הכלל המפורסם של שלושת ה-R's – Reduce, Recycle, Reuse - (הפחתה, מיחזור, שימוש חוזר) קונה לעצמו פופולריות גם בבית וגם במקומות העבודה. במידה מסוימת מתפתחת המגמה בכלל היתרונות הכלכליים המשמעותיים של ה"אקו-יעילות". חברת 3M למשל, חסכה למעלה מ-750 מיליון דולר בפרוייקטים למניעת זיהום, וחברות אחרות גם כן טוענות שהצליחו להגיע לחסכונות גדולים. באופן טבעי, לצמצום הניצול של משאבים, צריכת האנרגיה, הפליטות והפסולת יש השלכות על הסביבה גם כן. כאשר שומעים שחברת דו-פונט צמצמה את פליטת הכימיקלים המסרטנים בכמעט 75 אחוזים מאז 1987 קשה שלא לחוש בטחון גובר. זוהי תועלת נוספת של ה"אקו-יעילות": היא מצמצמת רגשי פחד ואשמה. על ידי אימוץ עקרון ה"אקו-יעילות" יכולים אנשים ומפעלים תעשייתיים לחדול מלהיות "רעים" ולחשוש פחות מפני העתיד. האמנם?

"אקו-יעילות" הוא מושג שעל פניו נראה מכובד ועתיר כוונות טובות. אך לרוע המזל אין זוהי אסטרטגיה המובילה להצלחה בטווח הארוך, משום שאין היא עמוקה מספיק. היא פועלת במסגרת אותה שיטה אשר גרמה לבעיה מלכתחילה – ומאיטה אותה על ידי צווים מוסריים, ודרישות נוקשות ומכבידות. היא מציגה לא יותר מאשר אשליה של תמורה. ההיסמכות על "אקו-יעילות" כדי להציל את הסביבה תשיג למעשה את ההיפך... היא תאפשר לתעשייה לחסל הכל, בשקט, בהתמדה ובשלמות.

אנחנו מציעים כאן עיצוב מחדש של התעשייה האנושית – מה שאנחנו מכנים, יחד עם הסופר פול הוקן "המהפכה התעשייתית הבאה". על מנהיגי תנועה זו נמנים אנשים ממגוון תחומים, ביניהם מסחר, פוליטיקה, מדעי הרוח, מדעים מדויקים, הנדסה וחינוך(1). אנחנו מתרכזים כאן בדרך חדשה לעיצוב תוצרת תעשייתית. כארכיטקט/מעצב תעשייתי וכימאי אשר עבדו גם עם מערכות מסחריות וגם עם מערכות אקולוגיות, אנו רואים בקונפליקט בין התעשייה לסביבה בעיה בתחום העיצוב – בעיה מהותית בתחום העיצוב.

עיצוב רטרואקטיבי

הרבה מן הכוונות הבסיסיות שעמדו ביסוד המהפכה התעשייתית היו טובות, ורובנו היו רוצים לראותן מתגמשות היום: לספק יותר טובין ושירותים למספר גדול יותר של אנשים, להעלות את רמת החיים, לתת לאנשים בחירה גדולה יותר, ויותר הזדמנויות, בין היתר. אך היו גם מטרות חשובות שנעלמו מן העין. קיומו של המגוון והחיוניות של היערות, הנהרות, הימים, האויר והקרקע, ובעלי חיים לא היו חלק מן האג'נדה. לו היה בא משהו להציג את המהפכה התעשייתית כמטלת עיצוב רטרו-אקטיבית, היה הדבר נשמע כך: עצב/י מערך ייצור אשר:

- פולט מידי שנה מיליוני טונות של חומרים רעילים לאויר, למים ולקרקע.
- מודד שגשוג על פי הפעילות הכלכלית ולא על פי תוצאותיה.
- דורש יישום של אלפי תקנות מסובכות, שמטרתן להקטין את קצב ההרעלה של בני האדם ושל המערכות הטבעיות.
- מייצר חומרים מסוכנים כל כך, עד שהדורות הבאים יידרשו לעירנות מתמדת כדי לא להיפגע.
- מייצר כמויות עצומות של פסולת.
- טומן חומרים יקרי ערך לחורים על פני כל הפלנטה, כך שלעולם לא ניתן יהיה להשיבם.
- פוגע במגוון המינים הביולוגיים ובמגוון המסורות התרבותיות.

לעומת זאת, האקו-יעילות:

- משחררת מדי שנה פחות קילוגרמים של חומרים רעילים לאויר, למים ולקרקע.
- עומדת בדרישות ובתנאים של אלפי תקנות סבוכות שמטרתן להקטין את קצב ההרעלה של בני האדם ושל המערכות הטבעיות.
- מייצרת פחות חומרים מסוכנים אשר ידרשו עירנות מתמדת מהדורות הבאים.
- מייצרת פחות פסולת.
- מטמינה פחות חומרים יקרים בבורות על פני כל הפלנטה, כך שלעולם לא ניתן יהיה להשיבם.
- גורמת לסטנדרטיזציה והומוגניזציה של מינים ביולוגיים ומנהגי תרבות.

(1) על מנהיגי תנועה זו נמנים אנשים ממגוון תחומים, ביניהם מסחר, פוליטיקה, מדעי הרוח, מדעים מדויקים, הנדסה וחינוך. ראויים לציון הם איש העסקים ריי אנדרסון (Ray Anderson), הפילנתרופית תרזה היינץ (Teresa Heinz), חבר המועצה של צ'טנוגה דייב קורוט (David Crockett), הפיסיקאי אמורי לובינס (Emory Lovins), הפרופ' ללימודי סביבה דיוויד אור (David Orr), הסביבתנים שרה סברן (Sarah Severn), דיאן דילון-רידג'לי (Dianne Dillon Ridgley) וסוזן ליונס (Susan Lyons), מעצבת המוצר הסביבתנית היידי הולט (Heidi Holt), המעצב האקולוגי (John Todd), והסופרת ננסי ג'ק טוד (Nancy Jack Todd).

במלים פשוטות, שיטת האקו-יעילות שואפת להקטין את נזקיה של השיטה הישנה ההרסנית אך יעדיה, ככל שהם ראויים להערכה הם מוגבלים להחריד.

צמצום, שימוש חוזר, ומיחזור מאטים את קצב הזיהום וההתדלדלות אך אינם עוצרים את התהליכים. המיחזור, למשל הוא על פי רוב downcycling (מיחזור "כלפי מטה") משום שהוא מפחית את איכותו של החומר לאורך זמן. כאשר פלסטיק מסוג אחר מזה המרכיב מוצרים כגון בקבוקי שתייה ומים ממוחזר, לעתים קרובות מערבבים אותו בפלסטיקים אחרים כדי ליצור סוג של חומר כלאיים מאיכות ירודה. אחר כך יוצקים את החומר הזה למוצר אמורפי וזול, כגון ספסלי פארקים או פסי האטה. החומר המקורי, בעל האיכות הגבוהה איננו מושב, ולכסוף הוא מוצא את מקומו באתרי ההטמנה או במשרפות הפסולת.

השימוש היצירתי בחומרים ממוחזרים לעשיית מוצרים חדשים לוקה לעתים בראייה שגויה. למשל, רבים חשים כי הם בוחרים בבחירה האקולוגית הנכונה כאשר הם קונים בגד העשוי סיבים שיוצרו מבקבוקי פלסטיק ממוחזרים. אך הסיבים העשויים מבקבוקי פלסטיק לא הונדסו כדי שיוצמדו לעורם של בני אדם. לאמץ גישות "סביבתיות" שטחיות בעיניים עצומות מבלי להבין את השלכותיהן מרחיקות הלכת, יכול להיות פתרון גרוע כמו התעלמות גמורה מן הבעייה.

המיחזור עולה לקהילה יותר ממה שצריך. במידה מסוימת זה משום שהמיחזור המסורתי מנסה לכפות על החומרים יותר מחזורי חיים ממה שהם מסוגלים לו. מדובר בהסבת חומרים מסובכת ובלתי-אלגנטית, אשר בעצמה גוזלת אנרגיה ומשאבים. מעט מאוד מוצרי צריכה עוצבו מלכתחילה מתוך התחשבות בעקרון המיחזור. אם ברצוננו שתהליך המיחזור יהיה חסכוני, מוצרים צריכים להיות מעוצבים מלכתחילה, מתוך ידיעה שימוחזרו או אפילו "ישוחררו" (uncycled), מונח אשר אנו משתמשים בו כדי לתאר את החזרתן של חומרים לתוך מערכת הייצור כאשר מתווספת להן איכות משופרת, במקום איכות מדולדלת.

צמצום הפליטות של מזהמים ופסולת מסוכנים בפוטנציה הוא יעד נוסף של ה"אקו-יעילות". אך מחקרים שמתבצעים כיום מעוררים דאגה, משום שהם מראים שאפילו לכמויות מזעריות של פליטות מסוכנות עלולה להיות השפעה הרסנית על מערכות ביולוגיות לאורך זמן. זוהי תופעה מדאיגה במיוחד במקרה של חומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות – כימיקלים תעשייתיים במגוון של חומרים פלסטיים ומוצרי צריכה אשר ככל הנראה מחקים מבנים של הורמונים ומתקשרים עם הקולטנים בבני אדם ובאורגניזמים אחרים. תיאור קולבורן (Theo Colborn), דיאן דומנוסקי (Dian Dumanoski), וג'ון פטרסון מייארס (John Peterson Myers), מחבריו של Our Stolen Future (1996), מחקר חלוצי על כימיקלים סינתטיים והסביבה, טוענים כי "כמויות קטנות להפליא של תרכובות אלה, אשר פועלות פעילות הורמונלית, יכולות לחולל הרס ביולוגי עצום, בעיקר על מי שנחשף אליהן ברחם".

כיוון נוסף המעורר דאגה מתבסס על מחקר חדש. המחקר, על חלקיקים מיקרוסקופיים המשתחררים בזמן שריפה ובעירת דלק, כגון זו המתרחשת בתחנות כוח ובמכונות מראה כי חלקיקים אלה יכולים להשתקע בריאות ולהזיק להן, ביחוד בקרב ילדים וקשישים. מחקר משנת 1995 באוניברסיטת הרווארד מצא כי כ-100,000 בני אדם מתים כל שנה מפגיעה של חלקיקים כאלה. למרות שקיימים תקנים לחלקיקים קטנים כאלה, יישום התקנים (בארה"ב) אינו אמור להתבצע עד שנת 2005. אך השינוי האמיתי משמעותו לא יהיה בויסות קצב השתחררותם של חלקיקים אלה, אלא בניסיון למנוע פליטות מזהמות מלכתחילה – באמצעות תכנון ועיצוב.

החלת מחזורי הטבע על התעשייה

"לייצר יותר עם פחות", "לייצר פחות פסולת", "להסתפק במועט" ועוד תכתיבים מן הסוג הזה, מקדמים את התפיסה של עולם בעל גבולות – עולם שבו כושר הנשיאה נמתח עד הקצה בגלל גידול אוכלוסין, וייצור וצריכה

המתרבים והולכים. המסר של עקרון ה"אקו-יעילות" הוא להגביל את התעשייה ולצמצם את הצמיחה – לנסות להגביל את כושר היצירה והייצור של האדם. אך הרעיון שהתעשייה *בהכרח* גוזרת עליה על העולם הטבעי, או שביקוש מופרז לטובין ושירותים גורם לנזק סביבתי הוא פשטני. הטבע עצמו – מערכת יצרנית ביותר ויצירתית להפליא, אפילו בזבזנית – הטבע איננו יעיל כי אם אפקטיבי.

קחו למשל את עץ הדובדבן. הוא מייצר אלפי פרחים רק כדי שעץ אחד ינבט, יכה שורש ויצמח. האם יש מי שהיה שם לב לערימות פרחי הדובדבן ה"מלכלכים" את האדמה באביב וחושב בליבו: "כמה בזבזני ובלתי יעיל!" השפע שבא מן העץ הוא גם מועיל וגם בטוח. לאחר שהם נופלים על הארץ, הפרחים שבים אל האדמה, והופכים למרכיבים תזונתיים עבור הסביבה. כל חלקיק תורם באיזשהו אופן לבריאותה של המערכת האקולוגית המשגשגת. פסולת שווה מזון – העקרון הראשון של המהפכה התעשייתית החדשה.

עץ הדובדבן הוא רק דוגמה בודדת לתעשיית הטבע הפועלת במעגליות של חומרי הזנה ומערכות עיכול. מערכת מעגלית זו מונעת בכוח השמש ומתאימה עצמה לתנאי המקום ללא הפסק. פסולת הנותרת כפסולת אינה קיימת.

תעשייה אנושית, מאידך, היא מוגבלת מאוד. תעשייה זו הולכת במסלול חד סטרי, ליניארי, ייצור שהוא "מן הערש אל הקבר", שבו נוצרים דברים שבסופו של דבר מושלכים, בדרך כלל במשרפה או באתר הטמנה. שלא כמו הפסולת הנוצרת מעבודתו של הטבע, הפסולת שמייצרת תעשיית אנוש איננה "מזון" בכלל. לעתים קרובות, למעשה, פסולת זו היא רעל. וכך נוצר הקונפליקט בין ערימת פרחי דובדבן, וערימת פסולת רעילה באתר הטמנה.

אך ישנה אלטרנטיבה – כזו אשר תאפשר גם לעסקים וגם לטבע לשגשג ולפרוח. לאלטרנטיבה הזאת אנו קוראים "אקו-אפקטיביות" (Eco-Effectiveness). התפיסה שלנו של "אקו-אפקטיביות" מובילה לתעשייה אנושית המחדשת את עצמה במקום לדלדל את משאביה. כרוך בה הרעיון שניתן מרצון לעצב דברים תוך הישענות על התלות ההדדית בינם לבין מערכות חיוניות אחרות. מנקודת מבטו של העיצוב התעשייתי, משמעו של דבר הוא מוצרים המתאפיינים בתהליך ייצור מחזורי "מן הערש אל הערש", במקום "מן הערש אל הקבר".

פסולת = מזון

תרבויות נוודים עתיקות נהגו להשאיר מאחוריהן פסולת אורגנית, המשיבה את יסודות ההזמנה לקרקע ולסביבה. תרבויות מודרניות מיושבות מנסות פשוט להיפטר מן הפסולת בקצב המהיר ביותר שניתן. יסודות ההזנה המצויים בפסולת האורגנית הולכים לאיבוד כאשר הם נטמנים באתרי הפסולת, וכאשר אין הם מנוצלים לבנייה מחודשת של הקרקע; שיקוע חומרים סינתטיים וכימיים בתוך מערכות טבעיות מהווה עומס על הסביבה. יכולתן של מערכות טבעיות מורכבות, המתאפיינות בריבוי יחסי גומלין פנימיים, לספוג חומרים זרים היא מוגבלת, אם בכלל קיימת. הטבע אינו יכול לעשות דבר כדי לפרק את החומרים הללו, מכורח עיצובם; רוב המוצרים התעשייתיים מלכתחילה עוצבו באופן הנועד למנוע פירוק בתנאים טבעיים.

אם ברצוננו שבני אדם ישגשו בתוך העולם הטבעי, כל המוצרים והחומרים המיוצרים על ידי התעשייה חייבים, לאחר השלמת מחזור חייהם, להזין משהו חדש. היות והרבה מן הדברים שמייצרים אנשים אינם טבעיים, הם אינם יכולים להיות "מזון" בטוח עבור מערכות ביולוגיות. מוצרים העשויים מחומרים שאינם מתכלים צריכים להיות מעוצבים כיסודות הזנה טכניים אשר נעים בתוך מעגל סגור של מחזורי תעשייה – חילוף חומרים טכני.

כדי ששתי מערכות חילוף החומרים הללו תישארנה בריאות, יש למנוע זיהום ממערכת אחת לשכנתה. חומרים הנכנסים למערכת חילוף החומרים הביולוגית – אל להם להכיל חומרים גורמי מוטציות, מסרטנים, מתכות כבדות,

חומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות, רעלנים שאינם מתפרקים, או חומרים המצטברים במערכות ביולוגיות. חומרים הנכנסים לחילוף החומרים הטכני צריכים להיות מופרדים מחילוף חומרים הטבעי.

אם אנו מבקשים לתעל את המוצרים שמייצרים בני אדם לאחת מן המערכות הללו, אזי יש לחשוב על כל מוצר כמכיל שני סוגי חומרים: יסודות הזנה ביולוגיים ויסודות הזנה טכניים.

יסודות הזנה ביולוגיים יעוצבו באופן כזה שהם יחזרו אל המחזור האורגני – ויעוכלו על ידי מיקרואורגניזמים ויצורים אחרים החיים בקרקע. מרבית חומרי האריזה (אשר מהווים כ-50 אחוז של כל הנפח של הפסולת המוצקה) חייבים להיות מורכבים מיסודות הזנה ביולוגיים – חומרים שאפשר להשליכם על הקרקע או בתוך ערימת קומפוסט כדי שיתפרקו. אין צורך שמכלי שמפו, שפופרות משחת שיניים, קרטוני יוגורט, מיכלי משקאות ואריזות אחרות ישרדו במשך עשרות או אפילו מאות שנים מעבר לאורך חייו של אותו מוצר שנארז בהם.

יסודות הזנה טכניים יעוצבו כך שיחזרו אל המחזור הטכני. כיום כל אחד יוכל לזרוק מכשיר טלביזיה ישן אל תוך פח זבל, אך הטלביזיה הממוצעת עשויה ממאות כימיקלים, אשר חלקם רעילים. חלקם יכולים להוות יסודות הזנה עבור התעשייה, והם מתבזזים כאשר מכשיר הטלביזיה מוצא את דרכו אל אתר ההטמנה. השימוש החוזר ביסודות ההזנה הטכניים בתעשייה של מעגל סגור הוא שונה מן המיחזור המסורתי, משום שהוא מאפשר לחומרים לשמור על איכותם. מארז מחשב העשוי מפלסטיק איכותי ימשיך להתמחזר כמארז איכותי, במקום לרדת בסולם המחזור ולשמש לייצור מבודדי קול או אדניות.

הצרכנים ירכשו את השירות של אותו המוצר, וכאשר יסיימו את השימוש בו, או כשירצו פשוט לשדרג אותו לגירסה חדישה יותר, יאסוף היצרן את המוצר הישן, יפרק אותו, וישתמש בכל מרכיביו לייצור מוצר חדש.

פירות ביכורים: יסוד הזנה ביולוגי

לפני כמה שנים הגינו ויצרנו אריג לריפוד שמסוגל לעבור תהליך קומפוסטציה – כלומר יצרנו יסוד הזנה ביולוגי. ראשית נתבקשנו על ידי חברת Design Tex ליצור אריג בעל תכונות אסתטיות ייחודיות שניחן גם ב"אינטליגנציה אקולוגית" – אף על פי שבאותו רגע הלקוח לא הבין בדיוק מה משמעות הדבר שהוא מבקש. אתגר זה סייע לנו להבהיר הן לעצמנו והן לחברה איתה עבדנו מהו ההבדל בין טיפול שטחי כגון מיחזור וצמצום צריכה של משאב, לבין השינויים העקרוניים יותר שיידרשו כדי לחולל את "המהפכה התעשייתית הבאה". למשל, כאשר החברה ביקשה תחילה להיענות לדרישה שלנו לאריג שהוא בטוח לסביבה, היא הציגה לנו את מה שנראה היה לה כבחירה הבריאה ביותר: כותנה, סיב טבעי, המעורב ב-PET (polyethylene terephthalate) סיבים העשויים מבקבוקי משקה ממוחזרים. מאחר שניתן היה לכנות את אותו יצור כלאיים בשני שמות קוד ייחודיים לסביבה – "טבעי" ו"ממוחזר" – נראה היה כי זהו האידיאל האקולוגי המתבקש. החומרים היו זמינים, הם נבדקו בשוק, והם עמידים וזולים. אך כאשר צוות הפרוייקט בחן לעומק את ההשלכות ארוכות הטווח של שימוש בחומר היברידי ("כלאיים") זה, גילינו מספר עובדות מטרידות. כאשר יושב אדם בתוך כורסה במשרד ומתנועע בתוכו, האריג תחתיו נשחק, והיושב בו או שכניו לחדר עלולים לנשום את החלקיקים הקטנים שמתחררים. PET לא עוצב על מנת שינשמו אותו. יתרה מזו, PET ימנע מאותו חומר היברידי מוצע מלשוב אל הקרקע באופן בטוח, והכותנה תמנע ממנו מלשוב אל תוך המחזור התעשייתי. ההיברידי הזה יוסיף לנפח את אתרי הטמנת הפסולת, ועלול אף להיות מסוכן.

הצוות החליט לעצב אריג בטוח דיו, עד שניתן יהיה לאכול אותו. מפעל הטקסטיל האירופאי שנבחר לייצר את האריג, היה די נקי מן המבחינה הסביבתית, ואולם היתה לו בעיה מעניינת. למרות שמנהל המפעל פעל בחריצות

לצמצום רמות הפליטות המזהמות, מפקחים ממשלתיים הגדירו לאחרונה את שאריות החומר של האריגים שהוא מייצר כפסולת מסוכנת. ואילו אנחנו ביקשנו למצוא נקודת סיום אחרת לשאריות שלנו: זבל למועדון הגינון המקומי. כאשר יסירו את האריג מן המסגרת, לאחר שהכסא סיים את תפקידו, וישליכו אותו ארצה כדי להתערבב עם המים, עם חום השמש, ועם מיקרו אורגניזמים רעבים – גם האריג וגם השאריות יתפרקו באופן טבעי.

הצוות החליט שהאריג יהיה עשוי מתערובת של סיבים בטוחים ונקיים מחומרי הדברה, שמוצאם מן החי והצומח (צמר וצמח ממשפחת הסרפדים שגבעולו משמש לסיבים), והתחיל לעבוד על ההיבט המסובך ביותר: הגימורים, הצבעים, וכימיקלים אחרים המשמשים לעיבוד. אם ברצוננו שהאריג ישוב אל הקרקע באופן בטוח, הוא חייב להיות נקי מחומרים גורמי מוטציות, מחומרים מסרטנים, ממתכות כבדות, מחומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות מרעלנים עקשניים, ומחומרים המצטברים ברקמות. הזמנו כששים חברות כימיקלים להצטרף לפרוייקט, וכולן סירבו באי-נוחות, שנגרמה מן המחשבה שהתהליכים הכימיים שלהם ייבחנו כל כך מקרוב, כפי שדרשנו. לבסוף חברה אירופאית אחת Ciba-Geigy הסכימה להצטרף.

בעזרת החברה הזאת בחן צוות הפרוייקט יותר מ-8,000 סוגים של כימיקלים המשמשים בתעשיית הטקסטיל, ופסלה 7,962. האריג, כלומר, כל קו הייצור של האריגים, נוצר תוך שימוש ב-38 כימיקלים בלבד.

מנהל המפעל סיפר לנו סיפור מפתיע, לאחר שהאריגים כבר נכנסו לתהליך הייצור. כאשר באו המפקחים לבדוק את השפכים מן המפעל, נדמה היה להם כי המכשיר שלהם התקלקל. לאחר שבדקו את המים הנכנסים למפעל גם כן, הם הבינו כי הציוד שלהם תקין, וכי המים שיצאו מן המפעל היו נקיים בדיוק כמו המים הנכנסים. מסתבר שתהליך הייצור עצמו סינן את המים. העיצוב החדש, לא זו בלבד שהיווה שיפור על פני שלושת ה-R-s המסורתיים, שנחשבו עד היום מענה הולם לבעיות סביבתיות, אלא הוא גם מנע את הצורך בפיקוח.

במהפכה התעשייתית הבאה, ההכרח בפיקוח ייתפס כסימן לכישלון העיצוב. הפיקוח מכביד על התעשייה, בכך שהוא מערב את הממשלה במסחר, ומתערב בשוק. תעשיינים בארצות שבהן מגבלות הפיקוח הן פחותות, ואשר ממפעליהן נפלטים יותר רעלים, זוכים ליתרון כלכלי: הם יכולים לייצר יותר ובזול. אך אם מפעל לא יפלוט חומרים מסוכנים ולכן לא ידרוש פיקוח, הוא יוכל להתחרות באופן ישיר עם מפעלים שגם הם אינם דורשים פיקוח במדינות אחרות. אלו הן חדשות טובות מבחינה סביבתית, אתית וכלכלית.

יסוד הזנה טכני

מי שמבקש להיפטר משטיח מקיר לקיר ישן חייב לשלם על הפינוי. האנרגיה, המאמץ והחומרים שנכנסו למוצר הם בגדר הפסד ליצרן. השטיח הופך להיות ערימה של מזהמים פטרוכימיים מסוכנים שצריך לפנותה לאתר הטמנה. בינתיים ממשיכים לחצוב חומרי גלם כדי לייצר שטיחים חדשים.

השטיח הטיפוסי עשוי מניילון המושקע בתוך פיברגלס ופי.וי.סי. (PVC). לאחר מחזור חייו השימושי היצרן יכול רק למחזור אותו "כלפי מטה" (downcycle) – לגלח חלק מן הניילון עבור שימוש נוסף ולהתיך את השאריות. חברת השטיחים המסחרית הגדולה בעולם "Interface" מאמצת את הקונצפט שלנו של "מזין טכני" בעיצוב שטיח המיועד למחזור טוטלי. כאשר לקוח מבקש להחליף שטיח, היצרן פשוט מחזיר אליו את אותו מזין טכני – בהתאם למוצר, חלק מן השטח או כולו, ומחזיר ללקוח שטיח בצבע, בסגנון, ובמרקם הרצויים לו. הבעלות על החומרים נשארת בידי חברת השטיחים אך היא משכירה אותם ומתחזקת אותם, בכך שהיא מציעה ללקוחותיה את השירות של השטיחים. בסופו של דבר השטיח יבלה כמו כל שטיח אחר, והיצרן ישתמש בחומרים ברמת האיכות המקורית שלו או ברמה גבוהה יותר.

יתרונותיה של שיטה כזו, כשתיושם על מספר גדול של מוצרי תעשייה, הן כפולות. נעלם הייצור של פסולת חסרת תועלת ומסוכנת, אשר עוד ייתכן במערכת הפועלת לפי עקרון ה"אקו-יעילות", ומיליארדים של דולרים של חומרים יקרי ערך נחסכים ונשמרים בידי היצרן.

למכור חוכמה ולא רעל

כיום, חברות כימיקלים מזהירות את החקלאים להשתמש בצורה מבוקרת בחומרי הדברה, אולם החברות מרוויחות מכך, שיותר חומרי הדברה נמכרים. במלים אחרות, החברות מושקעות בכזבוז, שלא ככוונה, וניתן לומר אפילו, מושקעות בשימוש לא נאות במוצרים שלהם, שיכול להוביל לזיהום של הקרקע, המים והאוויר. תארו לעצמכם מה היה קורה לו חברת כימיקלים מכרה אינטליגנציה במקום למכור חומרי הדברה, כלומר, לו החקלאים והתאגידיים החקלאיים שילמו ליצרני הכימיקלים כסף כדי להגן על היבולים שלהם מפני מזיקים, במקום לקנות כימיקלים מסוכנים המחייבים פיקוח, ושהשימוש בהם נתון לשיקול דעתו של החקלאי. למעשה, הם היו קונים ביטוח ליבולים שלהם. החקלאים יאמרו: "אני אשלם לך כדי לטפל במזיק boll weevils ואתם תעשו את זה בצורה האינטליגנטית ביותר." באותו מחיר לדונם, כולם עדיין ירוויחו. אז יהיה גם ספק חומרי ההדברה מושקע במאמץ שלא להשתמש בחומרים מדבירים, כדי למנוע בזבוז של חומרי גלם. יתרה מזאת, מכיוון שהיצרן יצטרך לשאת באחריות לחומרים המסוכנים, יהיה בכך תמריץ למצוא דרכים מסוכנות פחות לטפל במזיקים. לחקלאים אין כל עניין בהתעסקות בחומרים מסוכנים, הם מבקשים רק לגדל גידולים. חברות כימיקלים אינן מבקשות לזהם את הקרקע, את האויר ואת המים, הן רוצות לעשות כסף.

חשבו על "ירושת-העיצוב" הבלתי מתוכננת של הנעל הממוצעת. בכל צעד ושעל סוליית הנעל שלך משחררת חלקיקים קטנים של חומרים מסוכנים בפוטנציה, שעלולים לזהם ולפגוע בחיוניות הקרקע. עם בוא הגשם הקרוב חלקיקים אלה יישטפו אל תוך הצמחייה והקרקע שבצידי הדרך, ויוסיפו עוד מעמסה על הסביבה.

נעליים ניתן לעצב מחדש כך שיהוו יסוד הזנה ביולוגי. כאשר הסוליה תתפרק תחת כף הרגל הרוקעת וחלקיקיה יחברו אל הסביבה, היא תזין את מערכת חילוף החומרים הביולוגי במקום להרעיל אותה. חלקיה האחרים של הנעל יכולים להיות מעוצבים כיסודות הזנה טכניים, אשר ישובו אל תוך המחזור התעשייתי. רוב הנעליים, למעשה רוב המוצרים בשיטת הייצור הנוכחית, הם פרימיטיביים למדי ביחסם אל העולם הטבעי. לא כך צריכים להיות פני הדברים, כשבידינו הכלים הטכניים והמדעיים העכשוויים.

להוקיר רב-גוניות ולנצל את השמש

יעד מרכזי של העיצוב במאה שעברה היה להגיע לפתרונות אשר יהיו ישימים באופן אוניברסלי. "הסגנון הבינלאומי" בתחום האדריכלות הוא דוגמה טובה לכך. כתוצאה מאימוץ נרחב של "הסגנון הבינלאומי", האדריכלות הפכה לאחידה במקומות רבים. הווי אומר, בנייני משרדים נראים זהים ומתפקדים באופן זהה בכל מקום. ניתן להוביל חומרים כגון פלדה, בטון וזכוכית לכל מקום בעולם, וכך מתבטלת התלות בתזרימי האנרגיה והחומרים המיוחדים לאותו מקום. כאשר משתמשים ברמות גבוהות של אנרגיה בהפעלת מערכות קירור וחימום, אותו בניין עצמו יכול לתפקד באופן דומה בסביבות שונות לחלוטין.

העיקרון השני של "המהפכה התעשייתית הבאה" הוא "הוקרת רב-גוניות". העיצוב יתחשב בייחודיות האזורית, התרבותית והחומרית של המקום המסוים. הפסולת והפליטות יגרמו להתחדשות במקום לדלדול. העיצוב יהיה גמיש, ויתחשב בשינויים שיתכנו בצורכיהם של אנשים ושל קהילות. למשל, ניתן יהיה להסב בנייני משרדים לדירות, במקום שיהפכו לאתרי פסולת בנייה, עם שינויים בשוק הנדל"ן.

העיקרון השלישי של "המהפכה התעשייתית הבאה" הוא "לנצל את אנרגיית השמש". מערכות אנושיות נסמכות היום על דלקים פוסיליים, חומרים פטרו-כימיים, ועל תהליכי בעירה שיש להם בדרך כלל תוצאות לוואי הרסניות. היום, אפילו הבניין או המפעל המתקדם ביותר נוהג כעין ספינת קיטור, כשהוא מלכלך, מזהם, ומדלדל את סביבתו, ובקושי מנצל את האור הטבעי או את האויר הצח. למעשה, אנשים בדרך כלל עובדים בחשיכה, ולעתים קרובות נושמים אויר מזיק. תארו, במקום זאת, בניין שהוא כעין אילן. הוא יטהר את האויר, יצבור הכנסות מאנרגיה סולרית, ייצר יותר אנרגיה ממה שהוא צורך, יתן צל ומקום מחסה, יעשיר את הקרקע, ויתחלף עם העונות. התחלה טובה נראית באוניברסיטת אוברלין, אשר כרגע עובדת על בניין כזה: הוא מעוצב באופן כזה שייצר יותר אנרגיה ממה שהוא צורך, והוא יטהר בעצמו את מי השופכין שלו.

שיוויון, כלכלה, אקולוגיה

"המהפכה התעשייתית הבאה" מאגדת בתוכה כוונות חיוביות בספקטרום רחב של עניינים אנושיים. האנשים הפעילים בתנועה לבניית חברה מקיימת מצאו כי שלוש קטגוריות מסייעות בביטוי העניינים האלה והן: שיוויון, כלכלה, אקולוגיה.

בשיוויון הכוונה היא לצדק חברתי. האם העיצוב מעשיר או מרושש אנשים וקהילות? חברות נעליים מואשמות לעתים בחשיפת עובדים במפעליהם שמעבר לים לכימיקלים בכמויות העולות על התקן המותר. "אקו-יעילות" תדרוש לצמצם כמויות אלה עד שיעמדו בתקנים מסוימים. "אקו-אפקטיביות" לא תשתמש בחומר כימיקלי רעיל מלכתחילה. האין זו קידמה למין האנושי, אם אף עובד מפעל בכל מקום כלשהו לא ייאלץ לעבוד בתנאים מסוכנים או תת-אנושיים?

בכלכלה הכוונה היא לתפקוד השוק. האם המוצר משקף את צורכיהם של יצרנים ושל צרכנים במחיר סביר. מוצרים בעלי עיצוב אינטליגנטי ובטוח צריכים להיות בתחום ההישג עבור מגוון רחב של לקוחות, ורווחיים עבור החברה שמייצרת אותם, משום שהמסחר הוא המנוע לשינוי.

באקולוגיה הכוונה היא לאינטליגנציה סביבתית. האם חומר הוא יסוד הזנה ביולוגי או טכני? האם הוא עומד בקנה המידה העיצובי של הטבע: פסולת=מזון, הוקרת הרב-גוניות וניצול אנרגיית השמש?

את המהפכה התעשייתית הבאה ניתן להציג כמטלה הבאה:

עצב/י מערכת תעשייתית למאה הבאה אשר:

- איננה מחדירה חומרים מסוכנים לאויר, למים ולקרקע.
- מודדת את השגשוג על פי מדד ההון הטבעי: כמה הון טבעי ניתן לצבור בדרכים פרודוקטיביות?
- מודדת פרודוקטיביות על פי מבחן המשמעות: כמה אנשים עוסקים בעבודה מפרנסת ומעניקה משמעות?
- מודדת קידמה על פי מספר הבניינים אשר אין להם ארובות או שפכים מסוכנים.
- אינה נדרשת לתקנים אשר מטרתם לבלום אותנו מלהרוג את עצמנו מהר מדי.
- אינה מייצרת דבר אשר ידרוש מן הדורות הבאים עירנות מוגברת.
- חוגגת את שפע המגוון הביולוגי והתרבותי ואת שפע אנרגיית השמש.

אלברט איינשטיין כתב "העולם לא יתפתח אל מעבר למצב המשבר הנוכחי על ידי חשיבה באותם דפוסיים אשר יצרו את המצב". רבים מאמינים שכבר מתרחשות מהפכות תעשייתיות, עם התפתחות הסייבר-טכנולוגיה, הביו-טכנולוגיה והננו-טכנולוגיה. נכון הוא שאלה הם כלים חזקים שניתן לחולל בהם שינויים אך אלה הם כלים בלבד – מנועים היפר-אקטיביים עבור ספית הקיטור של המהפכה התעשייתית הראשונה.

כמו כן, ה"אקו-יעילות" הינו כלי יקר ערך וראוי להערכה, והיא כעין סוגנית ראשונה למה שעתיד לבוא. אך גם היא איננה מסוגלת להניע אותנו אל מעבר למהפכה הראשונה. הגיעה שעתו של העיצוב אשר הינו יצירתי, שופע, משגשג ואינטליגנטי מלכתחילה. ייתכן כי המודל של ה"מהפכה התעשייתית הבאה" עמד לנגד עינינו כל העת: האילן.

תירגמה: אילנה גולדברג