

אחד המקומות הבודדים שניתן למקם בהם קישור
ניתן לחקלקה באינטגרם הוא בפרופיל, הידוע
גם בשם בני (קישור של ביוגרפיה), כך, המילים
"Link in bio" מתייחסות לקישור לאתר שממוקם
בפרופיל של חשבון אינטגרם.

LINK IN BIO: על כלכלה חדשה של ייצור ידע

– מלגוזיטה לודוויזיאק –

ננו־רובוטים יטפלו במחלתך ברמת התא. אפשר יהיה ליצור תינוק בעיצוב אישי (עיניים חומות, או כחולות?), או לחזות אם הסיכון לחלות בגיל שבעים בפרקינסון גבוה מן הממוצע ולנקוט צעדים למניעת המחלה כבר בגיל עשרים. ממקום מושבך על הספה הנוחה, באמצעות סמארטפון בלבד, יהיה ניתן לבצע ביופסיה נוזלית של דגימת דם ולשגר אותה לרופאך, באותה קלות של עשיית "לייק" בפייסבוק. קל באותה מידה יהיה להזמין תרופות וטיפולים בהתאמה אישית המתבססים על הקוד הגנטי שלך; ליצור חיית מחמד או צמח בהתאמה אישית; או לייצר איבר מלאכותי שנראה ופועל בדיוק כמו איבר טבעי.

כל זה אינו לקוח מתוך טריילר לסרט מדע בדיוני, אלא מתאר מציאות קיימת, כאן ועכשיו – או כזו שתתקיים בעתיד הקרוב מאוד, תוך כמה שנים. עד כמה קרוב, התברר בנובמבר 2018, כשהעולם נדהם לשמוע על הולדתן של לולו וננה – צמד תאומות סיניות שנולדו לאחר שבהיותן עוברים עברו עריכה גנטית על מנת להגן עליהן מנגיף ה־HIV של אביהן. לידתן עוררה תקוות רבות לצד דיונים ערים על הסכנות הטמונות בטכנולוגיה זו. ביקורת חריפה הוטחה בד"ר ה ג'אנקווי, שביצע את הניסוי, והוא הושעה מעבודתו.²

"הרשויות הסיניות הורו על השעיית פעילות המחקר של המעורבים באירוע עריכת הגנים של תינוקות, ומינו את העניין כמתועבי וכמהרה של החוק הסיני ואתקת המדעי." Research activities of persons halted over gene-edited babies incident, XinhuaNet, www.xinhuanet.com, published online November 29, 2018.

פרויקט האמנות של הילה עמרם מתבונן בעצב הרגיש, הסמוי למחצה עדיין, של ההווה שלנו וחווה את העתיד לבוא בקרוב. הוא מעמיק לחדור אל מתחת לפני השטח של תופעת העריכה הגנטית, ומציג בפנינו דמות חדשה הנושאת ידע, ניסיון וסובייקטיביות – הביור־האקר. אולם כיצד נראים פני השטח הללו, או כיצד סביר שייראו בקרוב?

- פני השטח - הרחבת גבולות הביור

ספרו של אלכס רוס, *תעשיות העתיד*³, נותן לנו מושג – מעורפל וגם ספציפי – לגבי העתידים המכחים לנו. כשהתפרסם, ב־2016, תואר ב־*Financial Times* כ"מדריך בהיר ואינפורמטיבי", ומגזין *Forbes* ציין אותו כאחד הספרים הטובים ביותר לאותה שנה. רוס משרטט מפה רחבה ומורכבת של הקשרים השונים שמתקיימים בין המחקר ברחבי העולם והכלכלה, ושל השפעתם הצפויה של אלה על חיינו בשנים הקרובות. אף שהניתוח שלו מתבסס במידה רבה על תצפיותיו וחוויותיו בעת נסיעותיו במסגרת תפקידו כיועץ בכיר של הילארי קלינטון, וניכרים בו כל פגמיה של תפיסת ה-"win-win" הניאו־ליברלית האמריקאית, הוא בכל זאת מספק תמונה משכנעת של המקום שבו מבוצע המחקר החדשני ביותר – שתוצאותיו המסועפות עשויות לשנות את העולם באותה מידה כמו האינטרנט עצמו – וכיצד ניתן לתרגם זאת לכללות־המאקרו ולגיאוגרפיות של שווקי העתיד. בנוסף להתפתחויות מרשימות ברובוטיקה, קיברנטיקה וקידוד, הוא מדגיש את חקר הגנים כתעשיית טריליון־הדולר של העתיד הקרוב.

לפי רוס, "חקר הגנום עתיד להשפיע על בריאותנו יותר מכל חידוש במאה העשרים"⁴, באמצעות הארכת החיים וחיסול מחלות. עם זאת, הוא מודה שהגישה לחידושים, כגון גידול כליות בחזירים מהונדסים גנטית לשם השתלה בבני אדם, או ריצוף הגנים של חולים על מנת למגר סרטן או למנוע מחלות עתידיות, תוגבל בתחילה לעשירים בארצות המפותחות. אף כי "לחידושים יש פוטנציאל להיעשות זולים

-3-
Alex Ross, *The Industries of the Future* (London: Simon & Schuster, 2016).

-4-
עמ' 74-75.

יותר עם הזמן ולהתפשט לאוכלוסיות רחבות יותר"⁵, העתיד שהוא חוזה הוא בעיקרו חזון אליטיסטי של "עמק סיליקון" חדש של תעשיות גנטיות, שיקומו בעיקר בארצות-הברית ובסין ויפנו רק למי שיכול להרשות לעצמם את תוצרתן.

נקודת המפנה העכשווית בגנטיקה לא רק מציעה חזון פוסט-הומניסטי ופוסט-אנושי, אלא גם מעלה אפשרות מאיימת של גישה לא שוויונית לשירותי בריאות ופער הולך וגדל בין אזורים המפותחים והבלתי מפותחים של העולם. לפער זה נכנסת יישות חדשה – הביו-האקר.

- מתחת לפני השטח ועמוק במרתף - מיהו הביו-האקר?

התשובה לשאלה "מיהו הביו-האקר?" אינה פשוטה, מכמה סיבות: הפנים המרובות של ביו-האקינג; מעמדו החוקי-למחצה או הבלתי ברור במערכות חוק רבות; הגדרות סותרות או חוסר במידע מקיף; ומיעוט התקדימים ההיסטוריים, שכן זהו שדה בחיתוליו. אולם דבר אחד בטוח: תיאורטית, כמעט כל אחד יכול להפוך לביו-האקר. בהקשר זה, "ניתן להגדיר האקינג כיישום ראוי של כושר המצאה. בין שהתוצאה היא מלאכת הטלמה מהירה וגסה או עבודת אמנות העשויה במיומנות ובתשומת לב, אי אפשר שלא להעריך את התחכום שבא לידי ביטוי בתהליך"⁶. לסיפורים על האקינג יש לרוב רטוריקה משותפת, "שמתארת ידע ומיומנות טכנולוגיים כמרכיבים חיוניים בשחרורם של אינדיווידואלים ממונופולים תאגידיים ומארגוני מדינה בירוקרטיים"⁷. הילה עמרם מתארת האקינג כחיפוש אחר פרצה במערכת סדורה כדי להתערב בה באמצעי DIY ולשנות אותה מבפנים.

ראשיתה של תנועת ה-Do-It-Yourself Biology (ביולוגיית עשה-זאת-בעצמך) ב-2008⁸, ושורשיה נטועים בשנים הראשונות של המילניום החדש. לאחר שהושלמה טיוטת עבודה של הגנום האנושי על ידי "פרויקט הגנום האנושי", הופיע תחום חדש, שכונה "ביולוגיית מרתף" או "ביולוגיית גראז". במחקר מקיף על תולדות השדה

והשתמעויותיו, הגדירו שני חוקרים הולנדיים את "ביולוגיית עשה-זאת-בעצמך" כך:

תנועה עולמית שמפיצה את השימוש בביוטכנולוגיה, מעבר למוסדות האקדמיים והתעשייתיים המסורתיים, אל הקהל הרחב. העוסקים בכך כוללים מגוון רחב של חובבנים, נלהבים לדבר, סטודנטים ומדענים בעלי הכשרה. כרגע, התנועה מקיפה קרוב לחמישים קבוצות מקומיות, בעיקר באמריקה ובאירופה, אבל יותר ויותר גם באסיה. ביולוגיית עשה-זאת-בעצמך מייצגת תרגום ישיר של תרבות ההאקינג והפרקטיקות שלה, מתחום המחשבים והתוכנה אל עולם הגנים והתאים.⁹

הם מדגישים כי "ביולוגיית עשה-זאת-בעצמך אינה מייצגת מדע חדש, אלא דרך חדשה לעשות מדע" – כזו שמצייתת במידה רבה ל"עקרונות הכלליים של אתיקת ההאקר, כגון שיתוף, פתיחות, ביזור, גישה חופשית למחשבים וטכנולוגיה, ושיפור העולם,"¹⁰ בעודה מדגישה את אפיוניה של כלכלת ביו-האקרים חדשה.

כיום, הדמוקרטיזציה של הידע – הודות לאינטרנט ולחילופי מידע וידע שמאפשרים טכנולוגיות וסוגי מדיה חדשים המצויים בקצות אצבעותיהם של כשבעה מיליארד משתמשי סמארטפונים בכל רחבי העולם, ופתרונות מעבדה מקצועיים שנעשים זולים משנה לשנה¹¹ – קירבה אותנו יותר מאי פעם להפצה ציבורית של סודות הידע הביולוגי. אם הוא נחוש דיו, כל אדם יכול להקים במרתף או בחניית ביתו מעבדה ביתית ולהתחיל לערוך ניסויים – במטרה לגלות תרופה לא קונוונציונלית למחלתו, למצוא פתרונות ביולוגיים זולים ונגישים שעשויים להציל את העולם, לייצר תוספים משפרי ביצועים לגופו, או לשפר את חייו של מישהו במקום אחר בעולם. הקמתם של כמה פרויקטים מעין אלה ברחבי העולם הובילה חוקרי ביולוגיית עשה-זאת-בעצמך להקים את תנועת DIYBio, ולפרסם מניפסט המציג מערכת של כללים אתיים ומבקש, במידה מסוימת, להסדיר את הבלתי מוסדר.¹²

-9-

Josef Keulartz, Henk van den Belt,
"DIY Bio-economic, epistemological
and ethical implications and
ambivalences." [www.ncbi.nlm.nih.gov/
pmc/articles/PMC484673/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC484673/) published
Online May 30, 2016.

-10-

טש.

-11-
כיום ניתן לרכוש ציוד מעבדה
מקצועי לריצוף גנטי מדי
שבוע, זול יותר מבעבר.

-12-

ר' התנייפסט בפורטום ז'ו.

-13-
openinsulin.org-15-
realvegancheese.org-17-
-18-Tom Chatfield, *How to Thrive
in the Digital Age* (London:
Macmillan, 2012), p. 77.-19-
שם. עמ' 75.-14-
www.biomakerslab.
wixsite.com-16-
Andrew Keen, *The Cult of the Amateur:
How Today's Internet is Killing
our Culture* (New York: Doubleday /
Currency, 2007).

שם, עמ' 73-74.

חיפוש ברשת מעלה מגוון פרקטיקות של ביו־האקינג – החל ביוזמות פרומתאיות של מגויסות חברתית, כגון פיתוח סוגי מזון חדשים למדינות מתפתחות, דרך יוזמות המתמקדות בחינוך או מעודדות חקירה אמנותית, ועד שיפור עצמי, פרקטיקות לייפסטייל, אוכל תוצרת בית, ופעילויות פנאי. כך למשל, ניתן לעקוב אחר התקדמותו של הפרויקט "אינסולין פתוח", הפועל בארצות־הברית, שמטרתו לפתח "דרכים חדשות, פשוטות יותר וזולות יותר, לייצר אינסולין"¹³, ולהציע פרוטוקול פתוח לייצורו עבור כל הנזקק לו. אפשר גם ליצור קשר עם ה־Bio Makers Lab בפרו, שמקדמת חינוך לביולוגיית עשה־זאת־בעצמך בשאיפה לסייע לקהילות ויזמים מקומיים לפתח מוצרים חדשים תוך נקיטת אחריות ושמידה על הסביבה.¹⁴ לחלופין, ניתן גם ללמוד כיצד לייצר במו ידך גבינה טבעונית באמצעות הפרויקט Real Vegan Cheese,¹⁵ או לצפות בשיחת טד על איך לשפר את ביצועי הגוף ולהשיג יותר בזמן שעובדים פחות.

הדמוקרטיזציה של ידע ביולוגי בעידן המידע הציתה התלהבות רבה לנוכח האפשרויות החדשות והיתרונות הפוטנציאליים החדשים עבור בני אדם פרטיים והמין האנושי כולו. היא גם הובילה לפרדיגמה חדשה של יצירת ידע, וגילום חדש שלו – בדמות החובבן. גילום זה, תולדה של תופעת ה־Web 2.0, זכה לביקורת חריפה מפי אנדרו קין (Keen), שבספרו *פולחן החובבן: כיצד האינטרנט של היום הורג את תרבותנו*, שראה אור ב־2007,¹⁶ מזהיר מפני האיומים האינהרנטיים של תוכן מבוסס משתמשים, שהוא לא ממוקד, חסר מרכז ולא ערוך, ולכן אינו מקצועי, מטעה ומזיק. אנשים שמשלח ידם נטוע ב־Web 2.0 – בלוגרים או ויטויברים – נוטים, לדבריו, להתאפיין ב"נרקיסיזם דיגיטלי". סום צ'יפילד, סופר בריטי ופילוסוף טכנולוגי, כתב בשינוט כי "סמכות ברשת נעשית יותר ויותר מנותקת ממומחיות"¹⁷, כאשר מיליוני משתמשים הם לא רק בעלי דעה אלא גם מפיצים אותה ברבים.¹⁸ וגורמים, מנקודת מבט אינטלקטואלית, "להתמוטטות מושי המצוינות אל תוך עיסה של חובבנות וקידום עצמי".¹⁹

בניגוד לכך, ג'וסאיה זיינר – ביו־האקר שהיה פעם חוקר של נאס"א – הוא תומך נלהב בחובבנות (ראיון עמו ניתן לקרוא בפרסום

זה). מאחר שהמפה של תנועת ה-DIYBio מהדהדת במידה רבה את זו של הכלכלות הגדולות התומכות בעסקי ביולוגיה גדולים (למשל, רוב הפרויקטים רשומים בארצות-הברית, במדינות מערב אירופיות עשירות, או באוסטרליה), זיינר הוביל לראשונה דמוקרטיזציה קיצונית של פרקטיקות הביו-האקינג: הוא פתח אותן בפני כל מי שמבקש לבצע ריצוף גנטי בביתו ויכול להרשות לעצמו לשלם 160 דולר עבור ערכת ההנדסה הגנטית שהוא מוכר, CRISPR/Cas9. על מנת לספק את הערכה ולאפשר את הפצתה המסחרית בקרב הקהלה הרחב, הוא השיק גיוס כספים במימון המונים, וב-2016 הקים את חברת הביוטכנולוגיה שלו, The Odin, בחנייה של ביתו. מאז ועד היום מתפתחת כלכלת השיתוף, הפתיחות, הידע המבוזר והגישה החופשית של הביו-האקרים, בהקצנה גוברת והולכת.

- הילה עמרם -

ביו-האקינג בחלל האמנות

בכל מה שנוגע לתנועת ה-DIYBio וחבריה, הביו-האקרים, הילה עמרם חובקת את כל גווני האפור. אלו הם סוכנים חופשיים הפועלים ללא פיקוח, באופן חוץ-ממסדי, ותומכים בגישה חופשית למידע, בהנדסה גנטית בלתי-פורמלית ובשוויון הזדמנויות לכול. בתור שכאלה, ביו-האקרים מייצגים פוטנציאל יצירתי עצום, כמו גם סכנת הרס נוראית. תיאורטית, הם עשויים להביא לפריצת הדרך המדעית הגדולה הבאה, שתקדם את האנושות לעתיד טוב יותר, או עלולים לשחרר את כוחו המשחית של טרור ביולוגי שיביא את העולם אל סופו. הפרויקט של עמרם מביא נושאים אלה לקדמת הבמה בהקשר אמנותי. בחלל התצוגה שלה במוזיאון הרצליה לאמנות עכשווית, שנראה כמו הכלאה בין סביבה ביתית, מעבדה במרתף וסדנת "עשה זאת בעצמך" על כל מכשיריה, היא בוחנת את עולמו של הביו-האקר הן במבט מקרוב והן במבט-על. בחלל זה, ניתן להתבונן מבעד

למיקרוסקופ בחיידקים כחוליים (שם מדעי: Cyanobacteria, יצורים חסרי גרעין שבפוטוסינתזה שלהם משתחרר חמצן), שהאמנית אספה מחלון ביתה, ופרמציום (יצורים חד-תאיים דמויי אמבה); לראות הדגמה של תהליך חלוקת התא בתנור מיקרוגל; נעל שהפכה לבית גידול למושבת צדפים, שהאמנית מצאה מוטלת על החוף בחיפה; זכוכית אוראניום רדיואקטיבית לכאורה; סלע וולקני; ואובייקטים היברידיים מעשה ידיה. דומה שהיברידיזציה, טרנספורמציה, האקינג וחשיפת הבלתי נראה הם המטאפורות המובילות את חוויית הצופה בתערוכה.

בנוסף, מודגשים בתערוכה חוויה סובייקטיבית משתנה ומושגים של אירוח. לא ברור מי עושה האקינג למי, או מיהו המופיע והדובר כאן – ומיטשטשים הגבולות בין סובייקט ואובייקט, חומר ואורגניזם, אנושי ולא-אנושי, מתבונן ונתון למבט. אנו נכנסים לחלל שיצרה האמנית פחות כמבקרים במוזיאון ויותר כפולשים או כאורחים בסביבת מגורים או במערכת הכוללת אובייקטים ואורגניזמים חיים, שעמרם החדירה לחלל האמנות על מנת שיפעלו בו את פעולתם, שם היא מארחת אותם, והם מארחים אותנו – מחוות אירוח כפולה.

אולם לא רק מיקרואורגניזמים רתמה עמרם להופיע בחלל האמנות באמצעות האקינג. עבור הפרויקט במוזיאון הרצליה, היא עשתה האקינג גם לחייה שלה. כך, היא מביאה לתערוכה את פסקול הסטודיו שלה (שם היא מקשיבה לרדיו NTS – תחנת רדיו אינטרנטית המשדרת מדיה דיגיטלית ומגוון תוכניות ואירועי מוזיקה בשידור חי, 24/7) ואת סיפור חייה האישי. דמותו של אביה האמן מונחת באמצעות זיקט שנהג ללבוש בעת שעבד בסטודיו שלו, במרתף. כשעמרם הייתה בת ארבע הוא אובחן כחולה במחלת כליות חמורה, וברבות השנים נפטר כשהוא צמוד למכשיר דיאליזה. כילדה קטנה תמיד דמינה שתמצא מרפא למחלתו של אביה. במקום זאת, הייתה לאמנית – אולם כזו הפועלת במעבדת אמנות, והתוצר היצירתי שלה הוא שילוב בין ביולוגיה, כימיה ואמנות, ומערכות אקולוגיות חדשות שבהן דבורים מייצרות אובייקטים אמנותיים,²⁰ או שבהן אובייקטים

-21-

בתערוכה משותפת של הילה עמרט וניבי אלרוזי, "מועדון תרביתי", סדנאות האתים תל-אביב, 2014 (אוצרת: סאלי הפסל-נוח).

וצמחים יוצרים מושבה המקיימת את צרכי עצמה.²¹ בנוסף, התערוכה הנוכחית מתייחסת לכך שהיא עצמה זכתה להביא את ילדיה לעולם רק הודות לפיתוחי המדע והגנטיקה. שמה האינגמטי של התערוכה, "9", מתייחס לערכת CRISPR/Cas9; לתשעת חודשי הריון ולמסתורין של חלוקת התאים, שהוא מוטיב חוזר בפרויקט; וניתן לקרוא אותו גם כשם קוד נומרי המשמש להסוואת זהות ושמירה על אנונימיות, כדרכם של ביו-האקרים בעולם.

האמנית מטילה אותנו אל לב ליבה של חוויית הביו-האקינג והשאלות שעולות ממנה. היא מציפה שאלות כגון איזה סוג של ביו – גדול או קטן, במעבדה או במרתף – ישפיע יותר על חיינו בשנים הקרובות; איזה מהם יהווה איום גדול יותר, ואיזה יציע פתרונות מצילי חיים; מה עשוי לקרות כשאדם הופך את מרתפו למגרש משחקים עבור מחקרי DIYBio; מה ניתן לעשות עם ערכה ביתית לעריכת גנים (CRISPR) שנרכשת ב-160 דולר; ולבסוף, למי יש – או אמורה להיות – הסמכות להשיג גישה לידע מעין זה. דומה שהתשובה החד-משמעית של הילה עמרט היא ש"החובבן, ההאקר והפיראט מייצגים את הפיגורה הרדיקלית של המאה ה-21".²²

-22-

ליליב תלמד, "הפרעה בכדור השלי: על הסימביוזה הלא סבירה ב-Cellular", סטובל, בחור ניבי אלרוזי וחיליה עמרט; מועדון תרביתי, קיטי תערוכה (תל-אביב: סדנאות האתים, 2014), עמ' 98.