

אקולוגיה וסביבה

כתב עת למדע ולמדיניות הסביבה



גיליון בנושא פסולת

חורף 2020 | כרך 11 | גיליון 4

השבת פסולת לאנרגיה | סימביוזה תעשייתית | כלכלה מעגלית | כרייה עירונית | תרבות הצריכה | אגרת אשפה לפי משקל | זרמי פסולת | בזבז מזון | פסולת עירונית מוצקה | קומפוסטציה | מטרדי ריח | ניקיון המרחב הציבורי | פסולת אורגנית | היטל ההטמנה | הפרדה במקור | שווקים משניים | שרפה פיראטית של פסולת | חוק הארצות | השלטון המקומי | מפעלי מיון | כלכלת מחזור | אחריות יצרן מורחבת | משק פסולת סגור | חוסר יציבות רגולטורית

אקולוגיה וסביבה

כרך 11 / גיליון 4 / חורף 2020

אקולוגיה וסביבה, כתב עת למדע ולמדיניות הסביבה, משמש אכסניה רבת־חומית לדיונים, למאמרים ולמחקרים העוסקים בסוגיות עכשוויות של סביבה וקיימות בישראל. כתב העת מספק במה מקצועית ובלתי תלויה לדיון ציבורי בין הקהילייה המדעית, קובעי מדיניות ואנשי ממשל, המגזר העסקי, ארגוני סביבה ובעלי עניין.



מלון Corona Save The Beach, ברומא. בית המלון הראשון בעולם שנבנה כולו מפסולת, במטרה להעלות את המודעות לבעיית הפסולת בחופים | צילום: Save The Beach

כיצד תוכל ישראל להטמין פחות פסולת באדמה?
זבל שהוא אוצר: כשמפעלים חולקים ביניהם פסולת
הפח של השכן: כיצד משפיע לחץ חברתי על הרגלי המחזור?
המרוויחים והמפסידים מהרחבת חוק הפיקדון למכלי משקה גדולים
שרפת פסולת: האם זהו פתרון הקצה המועדף לפסולת בישראל?
ברשות הרבים: יוזמות לשיפור הניקיון במרחב הציבורי

www.magazine.isees.org.il

אקולוגיה וסביבה

כתב עת למדע ולמדיניות הסביבה

גיליון בנושא פסולת

חורף 2020 | כרך 11 | גיליון 4

אקולוגיה וסביבה

כתב עת למדע ולמדיניות הסביבה

ועדת העורכים

פרופ' יורם אבנימלך

ד"ר איריס אלקחר

ד"ר יגיל אסם

פרופ' ניר בקר

פרופ' דוד ברודאי

פרופ' יואב יאיר

פרופ' יורם יום טוב

פרופ' יוחאי כרמל

פרופ' אורי מינגלגרין

ד"ר נגה סטמבלר

פרופ' ערן פייטלסון

פרופ' חוה פרץ

פרופ' דברה שמואלי

חורף 2020

כרך 11 / גיליון 4

על הכריכה

פרט מתוך Detritus, גרג סיגל. אדם המכוסה מכף רגל ועד ראש בגיבוב גדוש של פרטי פסולת אריזות, שהם תוצרים של תרבות של צריכה מוגזמת. הדמות היא אייקון של עולם הטובע בעודפים שהוא עצמו יוצר.



משרד להגנת הסביבה



החברה להגנת הטבע



משרד להגנת הסביבה



משרד להגנת הסביבה

אקולוגיה וסביבה
הוא מיזם משותף של:



משרד להגנת הסביבה

תוכן העניינים

5 דבר העורכים

גיליון בנושא פסולת

הסוגיות המרכזיות

א. מדיניות הטיפול בפסולת
חזית המחקר
6 הטיפול בפסולת עירונית מוצקה בישראל – חסמים, הסרתם ומאיצי ערך: שירה דסקל ואופירה אילון
/ עמ' 6–25 /

חזית המחקר
13 מה ניתן ללמוד מגישות קודמות לטיפול באשפה בישראל: טליה פריד
בקצרה
19 חשבון לוויין לפסולת – מאזן זרמי הפסולת בישראל: משה ינאי ותומר כהן
נקודת מבט
22 מתווה לבניית מדיניות ניהול הטיפול בפסולת: סיניה נתניהו
נקודת מבט
24 דרושה מדיניות לאומית המבוססת על עקרונות כלכליים לטיפול בפסולת: דניאל מורגנשטרן

ב. הפחתת פסולת
בקצרה
26 הכוח לשנות – יוזמות קהילתיות להפחתת פסולת במקור: רות אהרונוביץ, תם שי וערן בנימיני
/ עמ' 26–33 /

בקצרה
27 השפעת תאריך התפוגה וסוג התווית על בזבז מזון בקרב צרכנים: אלמוג ליטמן, אופירה אילון, אפרת אלימלך וקרן אור חן
בקצרה
29 סיכום שנת הניסיון של מיזם הסימביוזה התעשייתית: אריק רבקין, דוד אסף ומיכאל שצ'פק
נקודת מבט
32 זיהוי חסמים וגורמים מקדמים המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל: אופירה אילון, חגית זלינגר־שניר, ורד איל־סלדינגר ונעמה שפירא

ג. מיון, איסוף ומחזור
חזית המחקר
34 ״בין האישי לחברתי״ – היענות משקי בית להפרדת פסולת: על האפקטיביות של הסברה ישירה לעומת משוב חברתי: ריבה ולדמן, אופירה אילון וציפי עשת
/ עמ' 34–65 /

חזית המחקר
41 הכדאיות הכלכלית של הרחבת חוק הפיקדון למכלי המשקה הגדולים – ההשפעה על המשק הישראלי וחלוקת הנטל: דורון לביא ורועי ציגלמן
בקצרה
48 יתרונות עמידות החומרים הפלסטיים לכלכלה מעגלית: עוזי קלברמן
בקצרה
49 מפסולת למשאב – הצורך בכרייה אורבנית בסביבה הבנויה בישראל: תומר פישמן, מיכל שורק ועדי מגר
בקצרה
51 שימוש בפיתוחים טכנולוגיים במחזור פסולת אריזות: רני איידלר
בקצרה
53 מפעל ה־RDF הזניק את תל־אביב ושכנותיה אל סף 40% מחזור והשבה: ריבה ולדמן, יפתח ענבר וגיל ליבנה

בקצרה
55 הפרדת פסולת אורגנית של ירקנים ברמת־גן: דנה זיו, יפתח ענבר וריבה ולדמן
בקצרה
57 קומפוסטציה ביתית בבנייני דירות – ניתוח הגורמים להשתתפות במיזם ׳מהפח ירוק׳ בירושלים: יונתן פליטמן
בקצרה
59 המרת פסולת למזון איכותי לבעלי חיים בעזרת זבוב החייל השחור: יובל גלעד ואיציק שחר
בקצרה
61 זבל של אדם אחד הוא אוצר של אדם אחר – שימוש בפסולת צמחית לייצור חומר חיטוי למאבק במגפת הקורונה: ברק הלפרן, רועי פרץ, יורם גרשמן והדס ממן
נקודת מבט
64 מטרות ואמצעים לקידום מחזור פסולת אורגנית: א.ב.י נוביק

ד. הטמנת פסולת
בקצרה
66 צילום תרמי כאמצעי לזיהוי בעירות פנימיות ושחרור ביוגז באתרי הטמנת פסולת: דרור נחמיאס ויובל עשת
נקודת מבט
67 טיפול במפגעי ריח מאתרי סילוק פסולת – אבן בוחן לנוכונות רשויות מקומיות להקמת מתקני טיפול בפסולת בתחומן: גיא שיאון

ה. ניקיון המרחב הציבורי
בקצרה
70 השפעת פסולת שמשאירים מטיילים על חיות הבר בפארק הכרמל: עמית דולב, בן רוזנברג, איל כהן ושמוליק ידוב
בקצרה
72 לקראת מרחב ציבורי נקי – הפוטנציאל הגלום במדיניות המותאמת למקומיות: גילי ברוך ומעיין אילת
בקצרה
73 מניעת שרפות פסולת בשטחים הפתוחים – נתונים ראשוניים מפעילות היחידה הייעודית: עודד נחמיה
בקצרה
75 שיקום בר־קיימא של אתרים פיראטיים לשפיכת פסולת תוך התגייסות הקהילה: אסף קרואני וגיל סיאקי
נקודת מבט
77 צא לנוף הירוק אך אל תזרוק: איריס האן

78 שולחן הדיונים < לשרוף או לא לשרוף? רב־שיח בנושא פתרון הקצה הראוי לפסולת – המשך הטמנה או הקמת מתקני שרפת פסולת להפקת אנרגיה: יוסי ענבר, עמיעד לפידות, ניצן לוי, גיל ליבנה, שירה דסקל, זיו שדה
86 שירת הסביבה < אני רוצָה: יוליה וינר
88 תמונה אחת < בין קודש וחול: עינות שטקלר
90 הפנים של המדע < מחזור החיים – ריאיון עם ד״ר ורד בלאס
93 המילה האחרונה < הפוליטיקה של הפסולת – ריאיון עם חה״כ מיקי חיימוביץ׳

דבר העורכים

“רק משום שאנשים לא מוצאים שימוש למשהו ומשליכים אותו, לא אומר שהוא זבל” – אנדי וורהול

קוראות וקוראים יקרים,

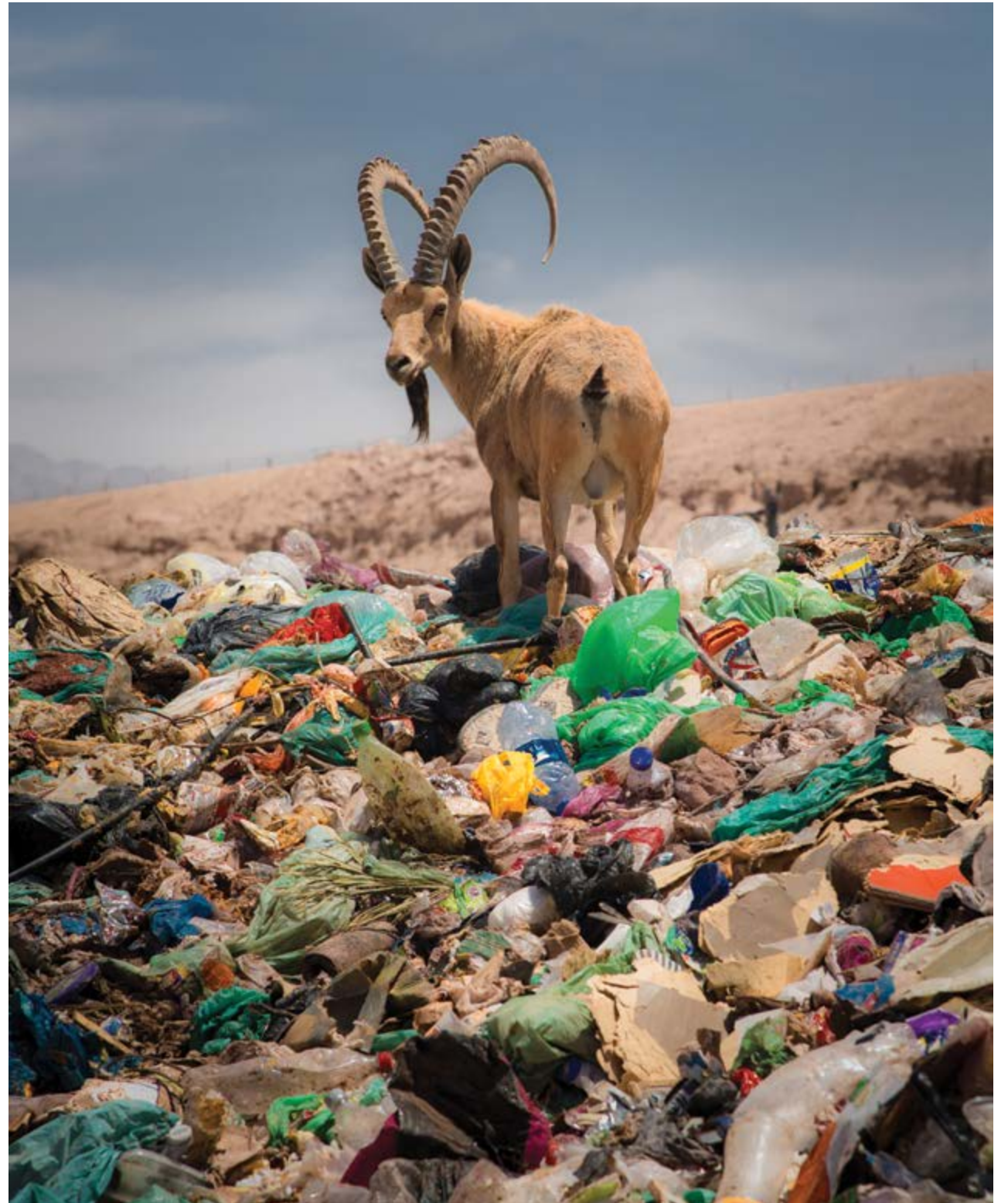
האשפה היא מראה של האדם ושל החברה. בסיומן של רבות מהפעילויות האנושיות, חפץ כלשהו מוגדר כחסר תועלת ונזרק לפח האשפה, אף על פי שאדם אחר יכול להפיק ממנו תועלת. פח הזבל המשפחתי יכול להעיד רבות על בעליו – מעמד חברתי־כלכלי, תזונה, הרגלי הקניות, תחביבים, גיל הילדים במשפחה, אמונה דתית ועוד.

בעוד פח הזבל מעיד על בעליו, ההתייחסות הלאומית לאשפה מעידה רבות על החברה: עד כמה אנו נכונים לטפל בשורש הבעיה ולהפחית את הגורמים היוצרים אשפה מלכתחילה; אם אנו נכונים לטרוח ולהפריד פסולת במקור גם ללא תועלת ישירה לנו; עד כמה המדינה מסוגלת להקים מערך לאומי יעיל לאיסוף אשפה, להפרדה, למיון, למחזור ולסילוק – דבר המצריך תכנון ארוך טווח ומדיניות יציבה לאורך זמן; אם הרשויות המקומיות, הממשלה והתעשייה מסוגלות לשלב ידיים וליצור שווקים משניים לפסולת; עד כמה אנו יכולים להרחיק ראות ולבחור פתרון קצה מקיים לפסולת בלתי ניתנת למחזור. גם השלכת פסולת ברשות הרבים היא ראי להתייחסות שלנו למרחב הציבורי ולטבע. פתרון בעיות סביבתיות בכלל, וטיפול בפסולת וסילוקה בפרט, משולים לריצת מרתון. במהלך 30 שנות קיום המשרד להגנת הסביבה הושגו הישגים רבים בתחום הפסולת, ובהם: סגירת מאות מזבלות מזהמות, פתיחת אתרי הטמנה מוסדרים, הטלת היטל הטמנה (וצבירת כסף בקרן ייעודית לסיוע לפעולות לקידום מניעת הטמנה) וחקיקת חוקי אחריות יצרן, כדוגמת פיקדון על מכלי משקה, אריזות, צמיגים, שקיות ופסולת אלקטרונית. השלב הבא המתבקש הוא פעולות למניעת ייצור פסולת והטמנתה.

בעשור האחרון מדיניות הטיפול בפסולת “מזגזגת”. חוסר רציפות שלטונית מביא לתחלופה תכופה של שרי הגנת הסביבה, ובעטיה נעשים ניסיונות חוזרים לקביעת אסטרטגיות שונות לטיפול בפסולת. בעקבות זאת נוצרת אי־ודאות שאינה מאפשרת לציבור, לרשויות המקומיות וליזמים לקבל החלטות. יש לכך דוגמאות רבות. בתחילת העשור הוחלה תוכנית מקיפה להפרדת פסולת במקור, שנועדה בעיקר להפריד פסולת אורגנית נקייה מהזרם היבש וליצור זרמי פסולת איכותיים, אך היא נגנזה לאחר השקעה כספית רבה. הוקמו מתקני מיון שתפוקתם נמוכה ותוצרתם אינה איכותית. מכיוון שאתרי ההטמנה קרובים להתמלא, נבנתה תוכנית אסטרטגית שכללה בין השאר הקמת מתקני ‘השבה לאנרגיה’ (משרפות פסולת), אך היא הוקפאה על־ידי השרה גמליאל. לא ניתן לחזות מה יעלה בגורל התוכנית החדשה שהמשרד מגבש, בייחוד בימים אלה בשל נפילת הממשלה. על אף מאמצים רבים טרם הצליחו להעביר חקיקה בתחום פסולת הבניין, שיוצרת מפגע חמור ברשות הרבים. הגיליון שלפניכם, שנכתב על־ידי מיטב המומחות והמומחים בתחום הפסולת בישראל, משרטט תמונה של משק פסולת הנמצא בפרשת דרכים. לצד האתגרים הרבים שתיארנו, קריאה בגיליון תספק הצעות, תובנות וכלים לקבלת החלטות מושכלות שיכולות לקדם הפחתת ייצור פסולת, העלאת שיעורי המחזור, הפחתה משמעותית מאוד של הטמנת הפסולת הביתית ופתרון לבעיית פסולת הבניין. המפתחות נמצאים בידי מקבלי ההחלטות בממשלה, והיא זו שנדרשת לקבע במסמרות פתרונות שכאלה.

קריאה נעימה,

יוסי ענבר ושחר בוקמן



האשפה היא מראה של האדם ושל החברה. אתר הטמנת הפסולת נימרה, 2018 | צילום: עמרי יוסף עומסי, רשות הטבע והגנים

פרק א': מדיניות פסולת

הטיפול בפסולת עירונית מוצקה בישראל: חסמים, הסרתם ומאיצי ערך

שירה דסקל^[1, 2] * ואופירה אילון^[3]^[1] הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל^[2] בית הספר לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה^[3] החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

* Shira.das@gmail.com



פסולת עירונית מוצקה בתחנת המעבר חירייה | צילום: שירה דסקל

תקציר

בישראל מיוצרות מדי שנה כשישה מיליון טונות פסולת עירונית מוצקה, ורובה מופנית להטמנה. האחריות לאיסוף הפסולת ולפינויה חלה על הרשויות המקומיות, והן הנושאות בעלויות הטיפול בה. המאסדר בתחום הוא המשרד להגנת הסביבה, שמוביל בעשורים האחרונים אסדרה במטרה לצמצם את שיעור הפסולת המופנית להטמנה ולהעלות את שיעורי המחזור. מטרת המחקר הייתה לבחון אם המטרות שהגדיר המאסדר הושגו, באיזה מחיר, מהם החסמים המרכזיים, ובאיזה אופן ניתן להסיר אותם. מניתוח רטרופקטיבי עולה כי המטרה לא הושגה, וכי דרישות האסדרה ייקרו את עלויות הטיפול בפסולת בשיעור של מאות אחוזים. לדוגמה, הפרדה של פסולת במקור ברשויות המקומיות תרמה לתוספת מזערית באחוזי המחזור, אך ייקרה את עלות האיסוף והפינוי בשיעורים ניכרים. גם היטל ההטמנה לא תרם להעלאת שיעורי המחזור. התוכנית האסטרטגית לטיפול בפסולת עד שנת 2030 של המשרד להגנת הסביבה הוגדרה כשילוב שיטות, כולל השבת אנרגיה מפסולת. התוכנית מאמצת למעשה את אותה מדיניות עבר שלא צלחה, של הפרדת פסולת במקור והעלאת שיעורי המחזור, אך הפתרונות של הפקת אנרגיה מפסולת מתייחסים לפסולת שיורית בלבד, לאחר חילוץ חומרים בעלי ערך קלורי גבוה (כגון פלסטיק וקרטון) ופגיעה ביעילות ניצול האנרגיה וביעילות הכלכלית של תהליכים אלה.

המאמר שופך אור על משק הפסולת בישראל, ומציג ממצאים לגבי חסמים מרכזיים בטיפול בפסולת עירונית מוצקה, אסטרטגיה להסרת החסמים ומאיצי ערך להשגת מטרת האסדרה – צמצום הפסולת המופנית להטמנה.

מילות מפתח: אסדרה · השבת אנרגיה · חקיקה · מחזור

מבוא

בישראל מיוצרות מדי שנה כשישה מיליון טונות פסולת עירונית מוצקה^[2, 1]. עד היום השיטה הרווחת ביותר בארץ ובעולם לסילוק הפסולת היא הטמנה, הנתפסת כשיטה שאינה בת־קיימא שיוצרת מפגעים סביבתיים^[2]. המשרד להגנת הסביבה קידם מתחילת שנות ה־90 של המאה הקודמת אסדרה (רגולציה) ענפה בדמות חוקים, תקנות ותמריצים כדי לצמצם את הפסולת המופנית להטמנה ולהעלות את שיעור המחזור. המחקר בחן את האסדרה ותוצאותיה בין השנים 1996–2015, ומיפה את השיטות שנקט המשרד להגנת הסביבה במטרה לבחון אם המטרות שהגדיר המאסדר הושגו, באיזה מחיר, מהם החסמים המרכזיים, ובאיזה אופן ניתן להסיר אותם. התקופה חולקה לשתי תתי־תקופות של עשר שנים, שכל אחת מהן מאופיינת בתהליכי אסדרה שונים: תת־תקופה א' שנים 1996–2005; תת־תקופה ב' שנים 2006–2015.

השיטות שנקט המשרד להגנת הסביבה

שתי השיטות העיקריות שנקט המשרד להגנת הסביבה להשגת מטרת צמצום שיעור הפסולת המוטמנת ולהעלאת שיעור המחזור הן ייקור עלות ההטמנה וכן הפרדה של פסולת במקור^[2]. ייקור עלות ההטמנה – ייקור עלות ההטמנה נעשה מתוך תפיסה שככל שעלויות ההטמנה תהיה גבוהה יותר, הדבר יהווה תמריץ לטיפול בפסולת בדרכים חלופיות. הייקור נעשה בשתי דרכים עיקריות:

- תת־תקופה א': השנים 1996–2005 – צמצום משמעותי של היצע אתרי ההטמנה. במהלך שנות ה־90 נסגרו כ־400 אתרי הטמנה בלתי מוסדרים, ובהם אתר ההטמנה חירייה שנסגר בשנת 1998 ומשמש מאז אתר טיפול בפסולת ותחנת מעבר^[1, 23].
- תת־תקופה ב': השנים 2006–2015 – הטלת היטל הטמנה, שהרשויות המקומיות משלמות משנת 2007. גובה ההיטל היה 10 ש"ח לטונה ב־2007, ובשנת 2015 הגיע ל־108.85 ש"ח לטונה (לא כולל מע"מ).

הפרדה של פסולת במקור – הפרדה של פסולת במקור משמעה איסוף ופינוי נפרד של זרמי פסולת ספציפיים. לדוגמה, איסוף בקבוקי פלסטיק בכלי אצירה ייעודיים (כגון כלובים), איסוף נייר למחזור במכלים ייעודיים, הפרדה בבתי התושבים לפסולת רטובה (אורגנית) ולפסולת יבשה. רשויות מקומיות רבות החלו להנהיג הפרדה ואיסוף פסולת ב"זרמים ייעודיים" של בקבוקי פלסטיק, קרטון ונייר כבר בתחילת שנות ה־90 של המאה הקודמת, ואף קודם לכן. המשרד להגנת הסביבה קידם הפרדה של פסולת במקור מתוך תפיסה שהפרדה זו תקל על חילוץ חומרים למחזור. קידום ההפרדה במקור בתת־תקופה ב' נעשה אף הוא בשתי דרכים עיקריות:

- תמריצים כספיים לרשויות המקומיות באמצעות קולות קוראים;
- חקיקה ותקנות (ראו **נספח 1**).



על קצה המזלג

- * ב־15 השנים האחרונות שיעור ההטמנה עומד על כ־80% מהפסולת ושיעור המחזור על כ־20%.
- * צעדי המדיניות השונים שנועדו להביא להפחתת שיעורי ההטמנה ולהגדלת שיעורי המחזור, נסובים סביב הצידים של ייקור עלות ההטמנה ושל הפרדת פסולת במקור.
- * הצעדים, לא רק שלא הביאו לשיפור השיעורים הללו, אלא אף הביאו להתייקרות משמעותית בעלויות הטיפול בפסולת.
- * החוקרות זיהו חסמים בשיפור מצב משק הפסולת, ובהם חוסר יציבות רגולטורית וחוסר שיתוף פעולה בין כלל הגורמים המעורבים, בפרט המאסדר והשלטון המקומי.
- * המאמר מציע צעדים קונקרטיים להסרת החסמים, ובהם גיבוש תוכנית לאומית לטיפול בפסולת, תיקוני חקיקה וקידום הפקת אנרגיה מפסולת.

המערכת

שיטות

הניתוח הרטרוספקטיבי של האסדרה שיושמה בין השנים 1996–2015 ותוצאותיה בוצע באמצעות סקר שבמסגרתו נאספו, סווגו, עובדו ונותחו מגוון רחב של מידע ונתונים, שאפשרו קבלת תמונה רחבה ומפורטת של התפתחות האסדרה, תוצאותיה והשלכותיה. מיפוי חסמים מרכזיים בוצע באמצעות ניתוח נקודות חוזק, נקודות חולשה, הזדמנויות ואיומים (ראו **נספח 2**) וניתוח בשיטת "עץ הווה ממוקד" [17, 22].

לצורך גיבוש מסקנות לגבי התחום הנחקר נערכו סקר מומחים וראיונות אישיים. בסקר השתתפו 40 מומחים משבעה מגזרים: מאסדר, שלטון מקומי, תאגיד מחזור מוכר, ארגונים לא ממשלתיים (NGO), אקדמיה, יועצים ויזמים או קבלנים. התפלגות המומחים לפי מגזרים מוצגת ב**טבלה 1**. מתוך 40 המומחים, 10 משתייכים לקבוצת המאסדר בהווה או בעבר. 28 מתוך 40 המומחים ציינו כי היו מעורבים באחד מהליכי האסדרה הנחקרים לפחות. פירוט נוסף ב**נספח 3**.

תוצאות

תוצאות הניתוח הרטרוספקטיבי – תועלת מטרתו של המשרד להגנת הסביבה הייתה (ועודנה) צמצום שיעור הפסולת המופנית להטמנה והעלאת שיעור המחזור [14]. עם זאת, לא הוגדרו מדדי ביצוע או אבני דרך לבחינת השגת היעדים. היעדים שהוגדרו בחקיקה ובתקנות מוצגים ב**נספח 4**. לאור הגדרה זו, צד התועלת במחקר הוגדר כהעלאת שיעור המחזור של הפסולת העירונית המוצקה.

בתת־תקופה א' (שנים 1996–2005) הייתה ירידה של 14.5% בשיעור הפסולת המופנית להטמנה [2]. בשנת 2005 עמדו שיעורי המחזור וההטמנה על 20% ו־80% בהתאמה [23].

ממיפוי ומבחינת נתונים שפורסמו על־ידי המשרד להגנת הסביבה וגורמים נוספים עולה כי בתת־תקופה ב' (שנים 2006–2015) לא השתנו שיעורי המחזור וההטמנה, והם נותרו כ־20% וכ־80% בהתאמה (ראו **נספח 5**) [5–12, 18, 24]. יש להניח שתוצאה זו הביאה בשנת 2016 לשינוי יעדי המחזור לשנת 2020 שהופחתו מ־50% ל־35% (ראו **נספח 6**). הואיל ושיעורי המחזור וההטמנה לא השתנו בין השנים 2006–2015, ניתן להסיק כי הטלת היטל ההטמנה (החל ב־2007), מתן תמריצים להסדרי הפרדה במקור ליבש ולרטוב (בשנים 2010–2015) והפרדה במקור של פסולת אריזות בפחים כתומים במסגרת חוק האריזות (החל ב־2011) לא תרמו למימוש יעדי האסדרה. לפיכך, הוגדרה **תועלת אפס** מהאסדרה בתקופה זו.

תוצאות הניתוח הרטרוספקטיבי – עלות

בעוד שהאסדרה לא השיגה את היעדים הרצויים לצמצום שיעור הפסולת המופנית להטמנה ולהעלאת שיעור המחזור, היא הביאה לייקור דרמטי בעלויות הטיפול בפסולת [2, 21]. צמצום אתרי ההטמנה במהלך תת־תקופה א' (שנים 1996–2005) הביא לייקור בעלויות הפינוי עקב גידול משמעותי במרחקי השינוע של הפסולת ופריקה כפולה בתחנות מעבר (double handling) [2], וכן לייקור תעריפי קליטת הפסולת באתרים שהפכו ל"מונופול אזורי" [16]. נמצא ששיעור הגידול במרכיב תעריף קליטת הפסולת בלבד עלה על 483% בתקופה זו, בעוד שהמדד הכללי במשק עלה בשיעור של 31% בלבד [2, 4, 21].

בתת־תקופה ב' (שנים 2006–2015) נמצא שיעור גידול של 206% בתעריף קליטת הפסולת, בעוד שהמדד הכללי עלה בשיעור של 22% בלבד [2, 4, 21]. רכיב היטל ההטמנה שמשלמות הרשויות המקומיות בישראל הגיע בשנת 2015 להיקף תשלומים של כ־770 מיליון ש"ח. על פי הדו"ח הכספי המבוקר של קרן השמירה על הניקיון לשנת 2015, עמדה היתרה בקרן בסוף שנה זו על סך של 1.54 מיליארד ש"ח, מהם כ־97% כספי היטל הטמנה, בעוד ההתחייבויות בגין תמיכות לרשויות המקומיות הסתכמו ב־4.5 מיליון ש"ח בלבד [2].

טבלה 1. הפצה ומענה על שאלון המומחים [2]

מגזר	תפוצה	מספר העונים – השתייכות מגזרית בהווה (בחירה יחידה)	מספר העונים – השתייכות מגזרית בעבר (רב־ברירה)
מאסדר	13	3	10
שלטון מקומי	18	13	14
תאגיד מחזור מוכר	3	1	0
NGO	4	3	7
אקדמיה	10	6	4
יועצים	9	8	10
יזם או קבלן	10	4	4
אחר	0	2	2
סך הכול	67	40	40

גם הסדרי ההפרדה במקור במשקי הבית ליבש, לרטוב ולפסולת אריזות ייקרו בשיעורים ניכרים את עלויות האיסוף והפינוי עקב תוספת כלי אצירה במרחב הפרטי והציבורי, תוספת סבבי פינוי ברכבים ייעודיים וגידול ניכר נוסף במרחקי הנסיעה. למשל, ישנם כיום שני אתרים מרכזיים בלבד הקולטים פסולת אריזות מפחים כתומים – בעפולה ובראשון לציון – בעוד שחוק האריזות מחייב את כלל הרשויות המקומיות במדינת ישראל להפריד פסולת אריזות. המשמעות היא שישנן רשויות מקומיות המשנעות את הפסולת למרחקים העולים על 130–180 ק"מ, בעוד שמרחק הובלה סביר בסוג שירות זה הוא 20–25 ק"מ. נוסף על כך, רכב דחס סטנדרטי מסוג 26 טונות יכול לשאת משקל של 10–11 טונות פסולת מעורבת, בעוד שהמשקל של פסולת אריזות ברכב מסוג זה בממוצע הוא 1.0–2.5 טונות. המשמעות היא שהעלות התפעולית של איסוף ופינוי של פסולת אריזות מופרדת במקור (מבלי להביא בחשבון את התוספת של מרחקי הנסיעה) מגיעה לעד פי עשרה ויותר מעלות האיסוף והפינוי של פסולת מעורבת. על פי הדו"חות הכספיים המבוקרים והדו"חות השנתיים של תאגיד מחזור האריזות תמיר, עלות מערך הפחים הכתומים ברשויות המקומיות מגיעה לעשרות מיליוני ש"ח בשנה, אך התרומה להעלאת שיעורי המחזור מזערית (כ־0.26% בשנת 2019) [2, 3, 19, 20].

לנוכח ממצאי הניתוח הרטרוספקטיבי, שמראים כי יעדי האסדרה לא הושגו מחד גיסא, ועלויותיה גבוהות מאידך גיסא, השלב הבא במחקר עסק במיפוי וניתוח של החסמים להשגת המטרות ובשיטות להסרתם.



חילוץ אריזות מתכת בתחנת מעבר ממיית במרכז הארץ | צילום: שירה דסקל

חסמים מרכזיים בהשגת יעדי האסדרה

לצורך מיפוי חסמים מרכזיים גובשה רשימת תופעות בלתי רצויות בשוק הפסולת העירונית המוצקה, שסווגה לנקודות חולשה ולאיומים במסגרת ניתוח SWOT של שוק הפסולת העירונית המוצקה (תוצאות הניתוח ב**נספח 2**). זיהוי בעיות השורש בוצע במתודולוגיית "עץ הווה ממוקד" [17, 22].

מהניתוח עולה כי ישנם גורמים רבים, ממגזרים שונים, שקשורים לתחום ופועלים בו ללא תיאום וללא תוכנית אסדרה לאומית. בפרט, קיימים חוסר תיאום וחוסר שיתוף פעולה בין המאסדר לבין השלטון המקומי, אף על פי שהשלטון המקומי הוא הגוף שאמון על ניהול שרשרת הפסולת (איסוף, פינוי והעברה לאתר קליטה), נושא בעלויות ובעל הידע והניסיון המקצועיים וההיכרות עם השטח. בעיות השורש שזוהו הן: א. האסדרה אינה מבוססת על ניתוח מחקר, תפעולי וכלכלי; ב. חוסר שיתוף פעולה בין השלטון המרכזי למקומי; ג. חוסר יציבות רגולטורית; ד. חוסר בתכנון, במדידה ובבקרה. ב**איור 1** מוצגות תוצאות ניתוח התופעות הבלתי רצויות לזיהוי בעיות השורש ב"עץ הווה ממוקד".





הסרת החסמים

מסקר המומחים ומניתוח יעילות-עלות (cost-effectiveness) של חלופות עתידיות לטיפול בפסולת, עולה כי אסטרטגיית פריצה להשגת יעדי האסדרה כוללת:

א. כיוון תוכנית אסדרה לאומית ובה תכנון ארצי לפריסה מיטבית של מתקנים לטיפול בפסולת. תוכנית כזו הוכנה ב־2005, ומאז לא נעשה עדכון כוללני לתוכנית האב אלא עדכונים אד־הוק שהועברו למועצה הארצית (במסגרת תמ"א 16).

ב. על תוכנית לאומית זו לתת דגש להקמת מתקנים לטיפול בפסולת, לרבות מתקני מיון, הפקת אנרגיה מפסולת ומחזור תוך איזון בין מספר דרישות: א. הזלה של עלויות שינוע ושמירה על העיקרון "המזהם משלם" לטיפול מקומי־אזורי בפסולת; ב. שמירת יתרון לגודל מבחינת אספקת פסולת למתקנים אלה בהתאם ליכולת הקליטה שלהם; ג. אסדרה סביבתית שיש ליישמה ולאכוף אותה.

ג. שלבי התכנון והיישום צריכים להתבצע בשיתוף פעולה מלא עם השלטון המקומי.

ד. ניתן להפחית או לאיין התנגדויות תושבים להקמת מתקנים מתקדמים להפקת אנרגיה מפסולת באמצעות הסברה, הנגשת מידע לציבור ומתן תמריצים לתושבים. ניתן להגדיר זאת במרכזי ההקמה והתפעול של המתקנים ולהטיל את האחריות לתוכניות ההסברה על היזמים או ליישם מודל בשיתוף עם הרשויות המקומיות בדומה לתהליכי חינוך והסברה המתבצעים עם גופי מחזור מוכרים דוגמת תאגיד מחזור האריזות תמיר.

מאיצי ערך

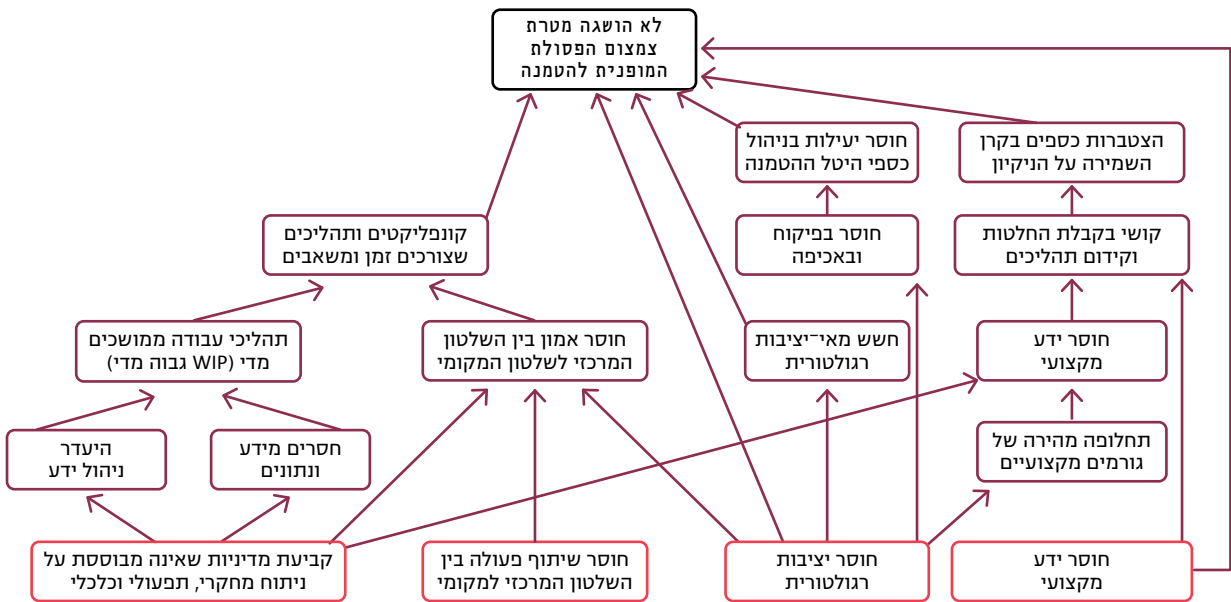
מאיצי ערך הם פעולות וגורמים חשובים המשפיעים משמעותית על קידום השגת המטרות והיעדים של האסדרה. מהמחקר עולה כי מאיץ ערך מרכזי בשלב התכנון ובשלב היישום הוא דיאלוג ושיתוף פעולה בין מחזיקי עניין בתחום, ובפרט בין המאסדר לבין השלטון המקומי. מאיצי הערך העיקריים שזוהו במחקר הם:

- א. הקצאת משאבים למחקר בתחום פתרונות לטיפול בפסולת עירונית מוצקה
- ב. הקצאת משאבים לביצוע ניתוחים כלכליים אובייקטיביים בתחום פתרונות לטיפול בפסולת עירונית מוצקה
- ג. מיסוד פורום חשיבה משותף של נציגי השלטון המרכזי (המאסדר) ונציגי השלטון המקומי
- ד. הקמת מערך מידע ארצי נגיש וקל לתפעול לריכוז הנתונים הקשורים בתחום
- ה. הגדרת מנגנוני בקרה עצמית מובנית של המאסדר לניטור, לפיקוח, לבקרה ולמשוב בכל הקשור ליישום האסדרה ולהשגת היעדים והמטרות שהוגדרו.

קביעת פעולות לביצוע

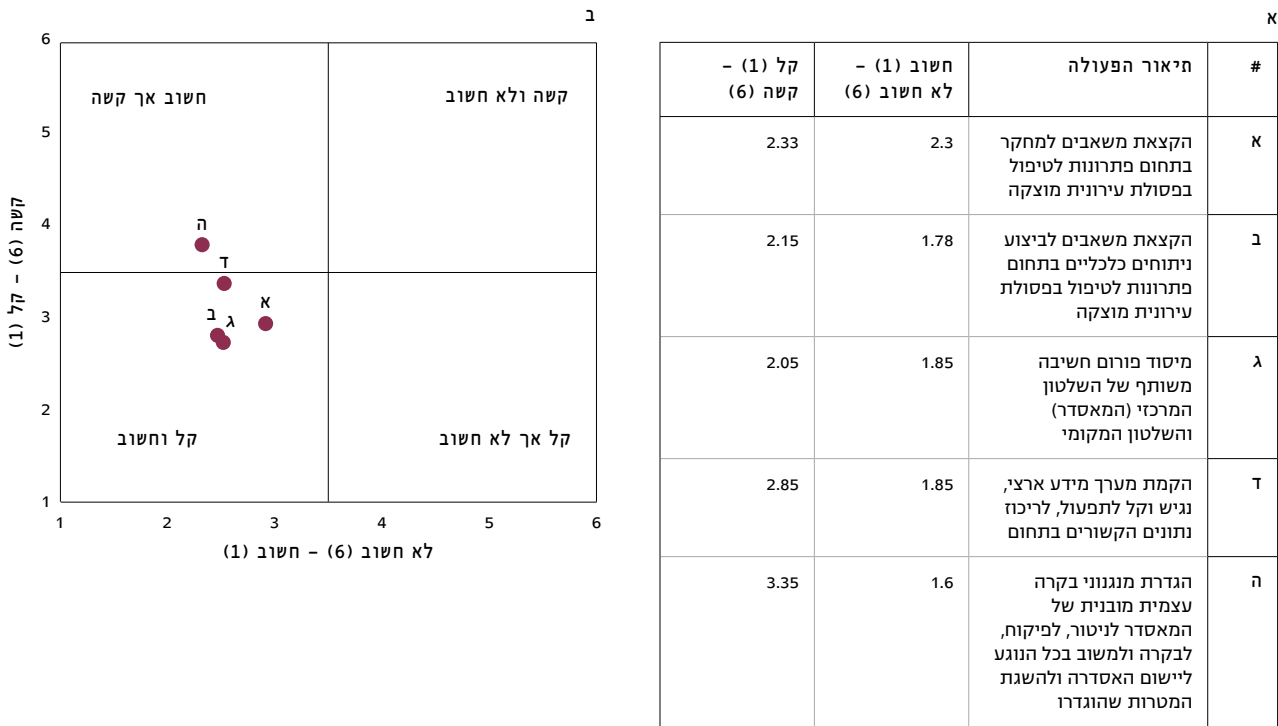
המומחים שהשתתפו בסקר התבקשו לדרג את מאיצי הערך על פי דרגת החשיבות וקלות היישום. התוצאות מוצגות ב**איור 2א**. ניתן לראות ש־80% מהפעולות (4 מתוך 5) הוגדרו על־ידי המומחים כבעלות חשיבות גבוהה וכקלות יחסית ליישום. ב**איור 2ב** התוצאות מוצגות במטריצת "קל/חשוב".

איור 1. "עץ הווה ממוקד" לזיהוי בעיות השורש^[2]



איור 2. קביעת פעולות ליישום בשיטת "קל-חשוב", על פי תוצאות סקר המומחים^[2]

א. טבלת "קל-חשוב" של הפעולות ליישום על פי תוצאות סקר המומחים. ב. מטריצת "קל-חשוב" של הפעולות ליישום על פי תוצאות סקר המומחים. רביע "קל וחשוב" מייצג פעולת שדרגת חשיבותן היא הגבוהה ביותר ורמת יישומן היא הקלה ביותר.



מסקנות

ללא תשתית לטיפול בפסולת עירונית מוצקה כחלופה להטמנה לא ניתן לצמצם את הפסולת המופנית להטמנה. לפריצת דרך משמעותית בתחום זה הביאו רשויות מקומיות באמצעות פתרונות שלא עלו בקנה אחד עם מדיניות המשרד להגנת הסביבה באותה עת. מתקן המיון המתקדם בעטרות ומתקן ה־RDF בחירייה קולטים פסולת מעורבת, והצליחו להביא לצמצום משמעותי של הפסולת המופנית להטמנה. למתקן בעטרות ניתן סיוע כספי נמוך יחסית מהמשרד להגנת הסביבה, ומתקן ה־RDF בחירייה הוקם ללא כל סיוע כספי מהמשרד.

במחקר נמצא כי הפתרון היעיל ביותר כלכלית וסביבתית כחלופה להטמנה הוא הפקה של אנרגיה מפסולת. לפתרונות של הפקת אנרגיה מפסולת תועלת כפולה – צמצום הפסולת המוטמנת ותשתית להפקת אנרגיה, שהיא מצרך שהביקוש לו הולך וגדל משנה לשנה. דרושה תוכנית לאומית לטיפול בפסולת, שתהיה מבוססת מחקרית ותבחן התאמה של פתרונות המיושמים בעולם ליישום בישראל. בהתאם לתוכנית כזו יש לבצע עדכוני חקיקה, לדוגמה – שינוי המגבלות להפקת אנרגיה מאריזות. כמו כן, יש לבחון חלופות שונות ליישום בהשוואה למצב הקיים ובהשוואה לתוכנית האסטרטגית של המשרד להגנת הסביבה, המגדירה הפקת אנרגיה משאריות מיון בלבד^[13].

מגבלות המחקר

במחקר נבחנו ארבעה סוגי פתרונות מתקדמים לטיפול בפסולת עירונית מוצקה שסיפקו את המידע הרלוונטי והמהימן ביותר באותה עת.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

המלצות קריאה

מאמר הבוחן את המדיניות התכנונית־משפטית שלפיה נקבע מקומם של אתרי הפסולת בישראל, אם המדיניות ממלאת אחר קריטריונים בסיסיים של שוויון והגיונות, ומה ניתן לעשות כדי להפוך מדיניות זו לשוויונית והוגנת יותר. המאמר בוחן גם את אופן הפיקוח של בתי המשפט על מדיניות מיקום אתרי הפסולת, ובודק מהם השיקולים שאמורים בתי המשפט לשקול בבואם לפקח על המדיניות התכנונית.

רוח־צבי י. 2007. של מי הפסולת הזו לעזאזל?! סילוק פסולת וצדק סביבתי בישראל. מחקרי משפט 2: 487–558.



מאמר העוסק בכלים ובשיטות לניתוח שוק פסולת עירונית מוצקה, ובתפקידו של ניתוח זה בהקשר לביצוע RIA, בין אם ה־RIA רטרוספקטיבית ובין אם היא מכוונת לניתוח חלופות ליישום אסדרה עתידית.

Daskal S, Ayalon O, and Shechter M. 2019. Closing the loop: The challenges of regulation in municipal solid waste management. *Detritus* 5: 3–10.

הלכה למעשה

בהנחיית השרה להגנת הסביבה גילה גמליאל, מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה והצוותים המקצועיים במשרד עמלים בימים אלה במטרה לגבש אסטרטגיית פסולת שתוביל את ישראל לעמוד ביעדי המדיניות שקבעה השרה להגנת הסביבה – 20% הטמנה עד שנת 2030 – כך שישראל תעמוד בשורה אחת עם מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים [OECD].

בעשור האחרון, בזמן שמדינות רבות באירופה הפחיתו את שיעורי ההטמנה שלהן באופן משמעותי, ישראל עדיין מטמינה כ־80% מהפסולת שלה, עובדה המציבה אותה בתחתית הסולם בקרב מדינות האיחוד האירופי וה־OECD. מצב עגום זה מחייב חשיבה מחודשת על הנושא ונקיטת גישה שונה. עמדת השרה היא שכדי להביא לשינוי מהותי בטיפול בפסולת בישראל וליצור שוק מוטה מחזור, יש לחזק את הכלים הרגולטוריים והכלכליים הקיימים ולהטמיע כלים נוספים. עיגון הכלים באופן מחייב הוא מפתח להבטחת ודאות ויציבות עבור שוק הטיפול בפסולת, והם שיאפשרו את התפתחותו. מעבר לכלים שעוסקים במניעת הטמנה, יש להוסיף כלי אסדרה ותמיכה לעידוד תעשיית המחזור. בשנים האחרונות המשרד תומך באופן נרחב בהקמת מתקני מחזור, והקצה מאות מיליוני שקלים להקמת מתקני מיון וטיפול בפסולת.

המשרד להגנת הסביבה

דו"ח המציג ממצאים לגבי נתוני האיסוף והמחזור של פסולת באירופה, ומצביע על ליקויים בשיטות המדידה וההערכה. הליקויים מעלים ספק לגבי נכונות שיעורי המחזור במדינות חברות באיחוד. Eunomia Research and Consulting. 2017. Study on waste statistics — A comprehensive review of gaps and weaknesses and key priority areas for improvement in the EU waste statistics.

שני הכלים המוזכרים במאמר – היטל ההטמנה וחוקי אחריות יצרן – הם כלים יסודיים בעולם הטיפול בפסולת. רוב מדינות אירופה נוקטות כלים אלה כדי לעודד מחזור ולמנוע הטמנה. עבור ישראל, אלה כלים קריטיים כדי להבטיח את המשך המחזור בכמות ובשיעור הקיימים, ויש לחזקם כדי לשפר את אופן הטיפול בפסולת בישראל.

בכל הנוגע למגבלות על הטמנה: היטל ההטמנה הוא חלק מהותי מהמודל הכלכלי של מפעלי המיון והמחזור שהם חלופה להטמנה. למרות העלייה לאורך השנים, מחיר ההטמנה בישראל עדיין נמוך משמעותית ביחס למדינות אירופה, ונמוך מכדי להוות לבדו מנוף כלכלי משמעותי יותר להנעת שוק הפסולת מהטמנה למחזור. באירופה יש מתאם ברור בין מחיר ההטמנה להיקפי ההטמנה. מדינות אירופה מטילות מגבלות ואיסורים על הטמנת פסולת נוסף על היטל ההטמנה. בינואר 2020, ביוזמת המשרד להגנת הסביבה, הטילה גם ישראל מגבלות על הטמנה – נקבע כי כל תאי ההטמנה החדשים יקלטו פסולת שעברה מיון בלבד (כלומר לאחר שהוצאו ממנה חומרים בני־מחזור). מגבלה זו צפויה לחול בשנים הקרובות על רוב אתרי ההטמנה, ותהווה כלי רגולטורי נוסף לצמצום ההטמנה.

מה ניתן ללמוד מגישות קודמות לטיפול באשפה בישראל

טליה פריד

התוכנית למדע, טכנולוגיה וחברה,

אוניברסיטת בר־אילן

taliafried@gmail.com



עובדי תברואה יוצאים לעבודתם ברחובות תל־אביב, 1934 | צילום: זולטן קלוגר, אוסף התצלומים הלאומי

תקציר

לנושא הטיפול באשפה בישראל יש היסטוריה ארוכה ועשירה, שאינה מוכרת דיה בימינו. במאמר זה אתאר ארבע גישות לטיפול בפסולת מוצקה בישראל, שהתקיימו מימי קום המדינה ועד היום: גישת הניקיון, גישת ההטמנה, גישת הקומפוסטציה וגישת המחזור. הגישות אינן שלבים כרונולוגיים עוקבים, אלא מערכות ערכים וסדרי עדיפויות שעלו ודעכו בתקופות שונות ביחס למתחרותיהן. נחוני המחקר נאספו באמצעות ראיונות עומק עם בכירים בתחום הטיפול בפסולת ומתוך קריאה צמודה של טקסטים היסטוריים, בהם תוכניות לאומיות לטיפול בפסולת, חוקים סביבתיים, ספרות מדעית, עיתונות, פרוטוקולים של דיונים בכנסת ודו"חות ופרסומים של מוסדות מחקר וממשל. הממצאים נותחו בשיטת ניתוח שיח (discourse analysis).

ממצאי המחקר מעידים על ארבע גישות הנבדלות זו מזו בכמה ממדים: היחס להרכב החומרים באשפה באותה תקופה, הפיסת האשפה כמטרד או כנזק לסביבה ולמרחב, תחומי הידע המוסמכים לאפיין את הבעיה ולטפל בה, ומשמעויות סמליות שונות (בכל גישה סימלה האשפה לכלוך, מתנה, זיהום או משאב, בהתאמה). נוסף על כך, בהתבוננות ביישומה של כל גישה ניתן לזהות השלכות בלתי צפויות, שסותרות את ההיגיון השולט באותה גישה. למשל, בתקופה הנוכחית, שבה המחזור דומיננטי, מתגלה שהפסולת אינה "משאב" המניב פירות כלכליים וסביבתיים כאחד, אלא נטל יקר המצריך השקעה כספית משמעותית ומתמשכת.

כיום גישת המחזור רואה בפיתוח המודעות הסביבתית של האזרחים ערך בפני עצמו. עם זאת, תחומי הידע המקצועיים הקובעים את מדיניות המחזור אינם נגישים לכלל, ועם הזמן נעשו יתרונות המחזור מוחשיים פחות לציבור.

מילות מפתח: הטמנה · היבטים חברתיים והיסטוריים בניהול פסולת · חקר מדע טכנולוגיה וחברה (STS) · ניקיון · מחזור · פסולת עירונית מוצקה (MSW) · קומפוסטציה

מבוא

ישראל נמצאת על פרשת דרכים בנושא מדיניות הטיפול בפסולת. על אף השקעה ניכרת בטיפול באשפה בעשור האחרון – אימוץ הדיקטיבה האירופית לטיפול בפסולת משנת 2008 (Waste Framework Directive 2008/98/EC), קביעת היטל הטמנה, עידוד המחזור וההשבה באמצעות כלים כלכליים, פעולות הסברה ועוד – קידום הנושא התגלה כיקר ומורכב מהמצופה. רבים מתומכי המחזור והקומפוסטציה התאכזבו מתוצאות "מהפך המחזור" שיצא לדרך ב־2011 בעת כהונתו של גלעד ארדן כשר להגנת הסביבה, וחששו ממתווה המדיניות החדש שפרסם המשרד ב־2018^[9,6]. בלטו טענות שלפיהן המשרד מיהר לוותר על חזון ההפרדה במקור של פסולת אורגנית, שהייתה עשויה לשמש כלי לפיתוח מודעות סביבתית בחברה הישראלית. אף על פי כן, פרשת הדרכים בטיפול בפסולת מספקת הזדמנות להתבונן בתהליך ולהפיק ממנו לקחים לעתיד. מאמר זה מציג היסטוריה רחבה של הטיפול באשפה בישראל מקום המדינה ועד היום. נקודת המוצא של המאמר היא שהסיפור המסופר בארץ בדרך כלל על תולדות הטיפול באשפה מוצג כהתקדמות חד־סטריית מעבר של בורות ואדישות לנושא, אל עתיד מיחול של קדמה טכנולוגית ומודעות סביבתית מפותחת^[13]. סיפור זה נוטה להתייחס לעבר בהטיית הווה; כלומר לאמוד אותו על פי

אמות מידה של ערכים והשקפת עולם ייחודיים לתקופת המספר, ולהמעט את העשייה והידע שהיו משמעותיים לאנשים בעבר. בניגוד להשקפה זו, במאמר זה אטען שלטיפול באשפה בארץ יש היסטוריה עשירה ומגוונת, מפותלת ולא ליניארית, ורוויה בפעילות ובידע עוד טרם מהפך המחזור. האשפה הייתה ועודנה מושא לפעילויות ממשלתיות וחברתיות, אך בתקופות שונות הן נבדלו אלה מאלה במספר רבדים: בדרכים שהאשפה הטרידה את הציבור והשלטון, בסוג המומחיות שנחשב מוסמך להתמודד עימה, בפתרון ששאפו לקדם עבורה, ובמשמעות הסמלית שיוחסה לה. אני מציעה לארגן את היסטוריית הטיפול באשפה בישראל לארבע גישות (בעקבות המושג "משטר פסולת" של הסוציולוגית ז'וז'ה ג'ילה^[15]): גישת הניקיון, גישת הקומפוסטציה, גישת ההטמנה וגישת המחזור. הגישות אינן שלבים כרונולוגיים עוקבים, ובתקופות שונות כל אחת מהן התעצמה או דעכה ביחס למתחרותיה. גילה פיתחה את המושג "משטר פסולת" כדי לאפיין באופן הרחב ביותר כיצד חברה מייצרת פסולת ומתמודדת עימה מבחינה חומרית וטכנית ומבחינה תרבותית וסמלית. המסגרת שהציעה גילה גובשה בתוך מדעי החברה, ולפיכך אינה מאמצת מונחים מהעגה המקצועית של תחומים כמו ניהול פסולת או כלכלת הסביבה. המסגרת מאפשרת להתבונן בעבר באופן מורכב: במקום לבחון עד

כמה התקרבו לפרדיגמה השולטת כיום, ניתן לזהות מספר דרכים לארגון האשפה ולהתמודדות עימה. בכל אחת מהגישות הכתיבו שיקולים שונים את סדרי העדיפויות בטיפול באשפה, והובילו ליתרונות, לחסרונות ולתוצאות מפתיעות ולעיתים אף סותרות.

שיטה

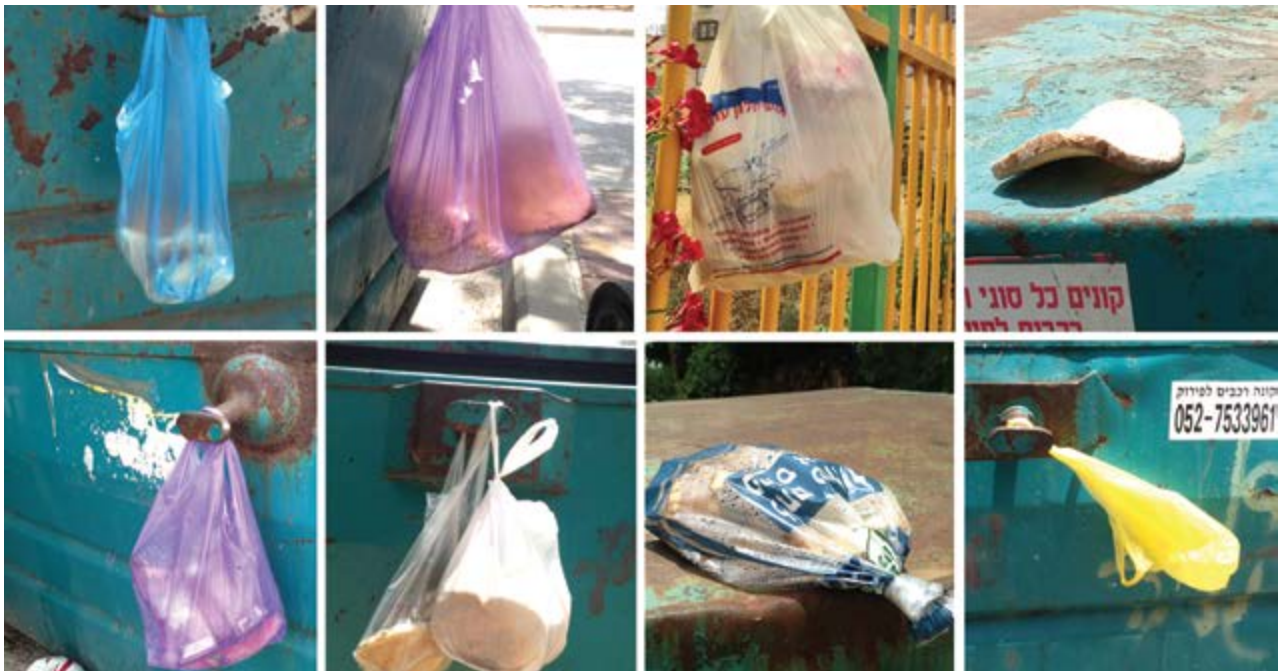
המאמר מבוסס על דוקטורט שעסק בהיסטוריה ובאנתרופולוגיה של הטיפול באשפה ביתית בישראל^[13]. נתוני המחקר נאספו באמצעות ראיונות עומק עם בכירים בתחום הטיפול בפסולת ובקריאה צמודה של טקסטים היסטוריים, בהם תוכניות לאומיות לטיפול בפסולת, חוקים סביבתיים, ספרות מדעית, עיתונות, פרוטוקולים של דיונים בכנסת ודו"חות ופרסומים של מוסדות מחקר וממשל. הממצאים נותחו באמצעות שיטת ניתוח השיח (discourse analysis), הרווחת במחקר האיכותני במדעי החברה^[23]. מטרת השיטה היא לזקק את סגנון החשיבה השולט במקום ובזמן מסוימים באמצעות קריאה צמודה של אוסף טקסטים מייצגים והצבעה על מאפיינים משותפים להם (הנחות סמויות, דימויים, קלישאות, טיעונים וכדומה).

ממצאים

ניקיון

האשפה עלתה לראשונה לשיח הציבורי בארץ כבעיה של **ניקיון**. החל בשנות ה־30 של המאה ה־20 גרמה האשפה למשבר בריאותי

חמור בשל הפצת מחלות זיהומיות, הפריעה לסדר במרחב הציוני, וסימלה "לכלוך". עבודתו של בלסלב^[3] מתארת את אופני הטיפול באשפה בתל־אביב בתקופת המנדט על־ידי בעלי תפקידים ומומחים מתחומים שונים (תברואה, בריאות הציבור, חקלאות, כלכלה ועוד), ברוחו של "הרעיון הסניטרי". ספרה של ענת הלמן על תל־אביב הצעירה^[16] וספרה של דפנה הירש על חינוך הציבור להיגיינה בתקופת המנדט^[4] גדושים בדוגמאות של מרחבים עמוסי לכלוך, שהכביד על תושבי הארץ וזעזע את המבקרים בה. אף שבעבודות אלה האשפה אינה מרכיב הניתוח העיקרי, עולה מהן שהיה לאשפה תפקיד משמעותי בשיח על נראות הנוף העירוני, בקידום בריאות הציבור ושירותי התברואה ובחוויית היום־יום של התושבים. בעיתונות היומית רווחו טענות על ליקויים באיסוף האשפה העירונית, מחסור בכחים ושביטות עובדי תברואה, אך אלה דעכו לאחר קום המדינה. כפרקטיקה וכערך בתרבות, הניקיון נותר שימושי ובעל עוצמה, והוא זה שסיפק שורת סמלים ותחומי פעילות שסייעו לייסד את "השירות לשמירת איכות הסביבה" (לימים המשרד להגנת הסביבה) בסוף שנות ה־80 של המאה שעברה. הפרקטיקות כללו מסעות תעמולה למניעת השלכת אשפה במרחב הציבורי, ייסוד "קרן הניקיון" של המשרד להגנת הסביבה, וגיוס "נאמני ניקיון" ו"פקידי ניקיון" לשורותיו. אורי מרינוב, מייסד המשרד, ביטא את חשיבות הניקיון בהיותו מושג נגיש לקהל הרחב, כזה שאינו דורש התמקצעות כדי להבינו או לתמוך בו. הניקיון



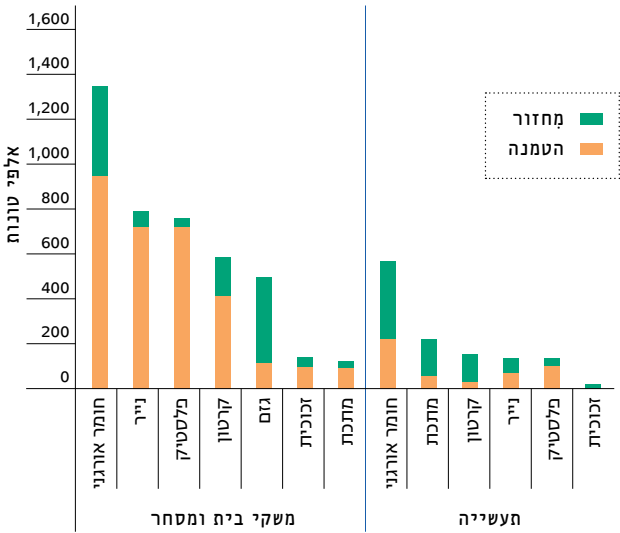
שאריות לחם מונחות על פחי זבל בעיר במרכז הארץ. סדרת התמונות צולמה כאשר בעיר פעלה תוכנית להפרדה במקור של פסולת אורגנית, שכשלה | צילום: טליה פריד

טבלה 1. מבנה מאזני של חשבון הלוויין לפסולת

סוג פסולת	ייצור פסולת במגזרים השונים		
	מסקר בית ומסחר	תעשייה	חקלאות
מעורבת	פסולת המופרדת במקור ופסולת שאינה מופרדת במקור (כגון: חומר אורגני, גזם, נייר, קרטון, פלסטיק, זכוכית ומכלי פיקדון)	פסולת המופרדת במקור ופסולת שאינה מופרדת במקור (כגון: חומר אורגני, נייר, קרטון, פלסטיק, זכוכית, עץ ומתכות)	פרש ופגרי בעלי חיים, גזם וגדמים, פלסטיק ושאריות אורגניות
יבשה	פסולת מבנייה חדשה ומשיפוצים	אפר פחם, פסולת מכרייה ומחציבה, פסולת מינרלית	
מסוכנת	סוללות ומצברים	אמולטיות, שמנים, ממשים, חומצות, פסולת רפואית ועוד	אריזות חומרי הדברה

טיפול בפסולת לפי סוג טיפול			
הטמנה מוסדרת	מחזור	שרפה	סילוק לסביבה
✓	✓	✓ (עם השבת אנרגיה ובלעדיה)	✓ (פסולת ממגזר החקלאות)
✓	✓	x	✓ (השלכה לא חוקית של פסולת מבנייה חדשה ומשיפוצים)
✓	✓	✓ (ללא השבת אנרגיה)	x

איור 1. מאזן זרם הפסולת המעורבת – משקי בית ומסחר בהשוואה לתעשייה, לפי סוג חומר ושיטת טיפול



סוג חומר	כמות מוטמנת (אלפי טונות)	פוטנציאל המחזור לפסולת מעורבת		
		משקי הבית ומסחר	תעשייה	סך הכול
פלסטיק	734	1,246	154	1,400
חומר אורגני	1,349	1,089	135	1,224
נייר	691	220	27	247
מתכת	141	189	23	212
קרטון	398	109	13	122
זכוכית	90	29	4	33
סך הכול	3,403	2,882	356	3,238

הרבה הנוצרת במשקי הבית ואחוז ההטמנה הגבוה של הפסולת במגזר זה (78%) לעומת הפסולת להטמנה בתעשייה (38%). החומרים שלהם פוטנציאל מחזור כספי גבוה במיוחד הם פלסטיק (כ־1.4 מיליארד ש"ח בשנה) וחומר אורגני (כ־1.2 מיליארד ש"ח בשנה).

לסיכום, חשבון הלוויין הוא צעד נוסף בשיפור בסיס הנתונים בנושא הפסולת בישראל, והוא מספק נתונים וחתכים שלא היו קיימים עד כה בנושא זה. חשבון הלוויין יפורסם מדי מספר שנים, ויאפשר לקבל מידע מקיף ופרטני על כלל זרמי הפסולת והטיפול בהם. מניתוח הנתונים עולה כי החומר העיקרי שיש לשים דגש על שיפור שיעור המחזור שלו הוא פלסטיק (במשקי הבית, במסחר ובתעשייה), שכידוע מהווה איום לסביבה. במטרה לשפר את איכות הנתונים בחשבונות הלוויין בשנים הבאות יש להמשיך ולשפר את איסוף הנתונים ואת ניתוחם בנושא הכמות והרכב של הפסולת המיוצרת והממוחזרת בכל מגזרי המשק.

מקורות

[1] הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2020. חשבון לוויין לפסולת. www.bit.ly/E_E133

[2] euorstat — statistics explained. Glossary: Satellite account. www.bit.ly/E_E128

[3] UN, EU, FAO, IMF, OECD, and The World Bank. 2014. System of Environmental-Economic Accounting 2012 — Central framework. New York (NY): UN. www.bit.ly/E_E129



אתר למחזור חומרי בניין | צילום: דני ששון, נגב אקולוגיה



תוכנית רב־שנתית למשק הפסולת יכולה להתבסס על עקרונות בין־לאומיים בניהול משקי פסולת, אך היא חייבת להיות מותאמת למשק הישראלי | צילום: שחר בוקמן

מתווה לבניית מדיניות ניהול הטיפול בפסולת

סיניה נתניהו

כלכלנית חקלאות ומשאבי טבע

netanyahu.sinaia@gmail.com

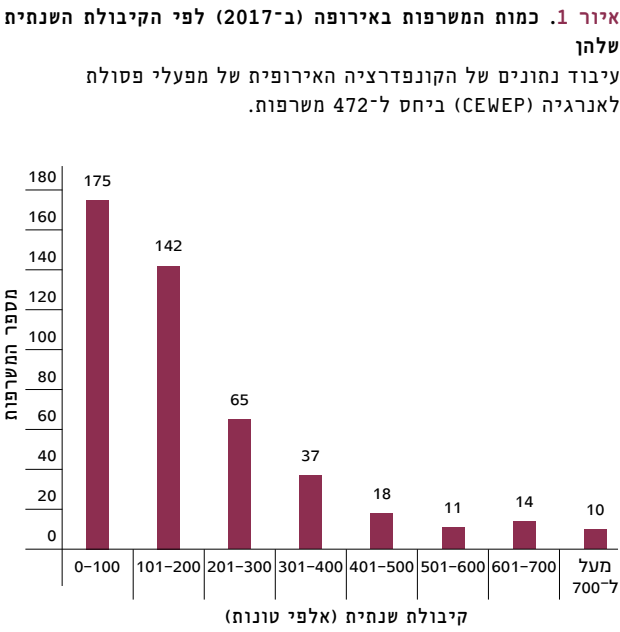
גילוי נאות: הכותבת ייעצה לארגוני סביבה וכן לתושבים מיישובים המתנגדים להקמת המשרפה באתר השומרוני הטוב.

השינויים הרבים שחלו במדיניות ניהול הטיפול בפסולת העירונית והמסחרית בישראל במהלך העשורים האחרונים, והעובדה העגומה שישראל עדיין מטמינה כ־80% מהפסולת שלה, מעידים על כשל ניהולי מתמשך, ומותירים את ישראל בפער גדול ביחס לנעשה במדינות מפותחות.

מקורות הכשלים שתורמים לאי־תפקוד משק הפסולת רבים, ובהם הסיבות הבאות: היעדר עבודה אנליטית, שיטתית ומקצועית בתחום, היעדר גיבוי של מסדי נתונים מעודכנים ומהימנים לצורך פיתוח מודלים ותוכניות פעולה מבוססי נתונים, פערי ידע מקצועי וידע רב־תחומי (כגון מדעי הכלכלה, הטכנולוגיה והתנהגות) וליקויים בהבנה או ברצון להתמודדות עם כלל מרכיבי השוק ובעלי העניין בו (הפורמליים והבלתי פורמליים) הרלוונטיים לענף הפסולת. כמו כן, מתקבלות החלטות של מדיניות ביחס למקטעים מסוימים

בשוק הפסולת או בכל הנוגע לטכנולוגיות ספציפיות או לתמיכה ממשלתית בפעולות מסוימות, אך ללא ראייה כוללת של כל שרשרת הערך של הפסולת. פרגמנטציה והחלטות אד־הוק בניהול הפסולת יכולות להיות ביטוי של לחץ והעדפה פוליטיים, שלעיתים נעטפים בכיסוי אידיאולוגי לפי צו השעה. הן נועדו להראות מצג של עשייה אך לעולם לא יאפשרו לישראל לעלות על פסי ניהול פסולת ראויים. החלטות אלה גבו עד כה מיליארדי שקלים מכספי המיסים, והותירו את בעלי העניין השונים חסרי אמן במערכת האסדרה. ניתוח כלכלי רב־ממדי, המבוסס על נתונים ועל ידע מקצועי של כל שרשרת האספקה של הפסולת ישראל, הוא הבסיס לכתיבת תוכנית מסודרת רב־שנתית מתוקצבת למשק הפסולת – בלעדיה תישאר ישראל ללא פתרון יציב ומקיים. ניתוח זה יכול להתבסס על עקרונות בין־לאומיים בניהול משקי פסולת, אך הוא חייב להיות מותאם למשק הישראלי. הוא חייב להביא בחשבון את תנאי האקלים ומזג האוויר, צפיפות, ריכוזי אוכלוסין וגידול האוכלוסייה, תנאים גאוגרפיים וטופוגרפיים, הערך החלופי של הקרקע, התנהגות הציבור וזיקתו לנושא, פערי הסברה, יכולת כלכלית להקמה ולתפעול של מיזמים, כשירות ויכולות מקצועיות ועוד.

העקרונות המרכזיים במדיניות פסולת הם מניעתה, הפיכתה ממטרד למשאב וצמצומה. השאיפה הגלובלית, וישראל אינה יוצאת מן הכלל בעניין זה, היא לקדם כלכלה מעגלית, שתצמצם את היקף כריית חומרי גלם ואת השימוש באנרגיה באמצעות ניצול מיטבי של פסולת קיימת מסוגים שונים והחזרתה למעגל הייצור והשימוש.



משק הפסולת הישראלי נמצא בפער גדול ביחס לנעשה במדינות מפותחות | צילום: Alberto Frias, Unsplash

בעשור האחרון קידם המשרד להגנת הסביבה גישות שונות לניהול הטיפול בפסולת. אך גישה לא באה לכדי מיצוי מלא, רוב המהלכים לא קיבלו את המשאבים והתמיכות הפיננסיות, הטכנולוגיות והחברתיות המשלימות שהיו ראויות לטובת המהלך שניסו לקדם, ובסופו של דבר כולן נגדעו בעודן באיבן. לא ניתן לדווח על כישלון או הצלחה של מהלכים אלה, מאחר שלא התקיים תהליך הפקת לקחים מסודר.

מאז שנת 2018 מקדם המשרד להגנת הסביבה מדיניות פסולת עתירת הון, המבוססת על טכנולוגיות של שרפה והשבת אנרגיה מהפסולת. המשרד לא הציג ניתוח מיטוב (אופטימיזציה) של התוכנית, ולכן לא ברור כיצד נקבע שהפתרון המיטבי הוא זה ולא אחר. זאת ועוד, משרפת פסולת היא אמצעי ולא מטרה, ופסולת המיועדת לשרפה חייבת להיות פסולת שיורית שלא ניתן להפיק ממנה ערך כלשהו מלבד האנרגיה שבשרפתה. המדיניות, כפי שהיא מוצגת כיום, צפויה לאפשר בניית מספר מתקני שרפת פסולת עירונית ואף מתקן לשרפת פסולת פלסטיק. כרגע המדינה אומנם בוחנת מחדש את המדיניות, אך עקרונית קרן הניקיון כבר אישרה מימון להקמת שלושה מתקני שרפת פסולת בעלי קיבולת שנתית של כ־550 אלף טונות פסולת, שהן כ־3.3 מיליון טונות פסולת בשנה לפני מיון למתקן, וזאת בהנחה שיכולות המיון יעלו ל־50%. המשרפות זקוקות לפסולת בעלת ערך קלורי גבוה, לחוזים ארוכי־טווח שיאפשרו אספקה רציפה של פסולת ועוד. היבטים אלה בהחלט עלולים להעמיד בסיכון עמידה ביעדי המחזור שישראל קבעה לעצמה. יש להזכיר כי דירקטיבת הפסולת האירופית (משנת 2018) קוראת לצמצום שרפת פסולת, למחזור פסולת ולהפרדה במקור^[1]. גם החלטת הפרלמנט האירופי ממאי 2020 באשר להשקעות בנות־קיימא קוראת למינימום השקעות במתקני שרפה^[2].

כמו כן, הערכת עלויות והנחות עבודה נוספות עלולות למנוע את הקמת המשרפות בהתאם למדיניות שהתווה המשרד להגנת הסביבה. למשל, המשרד מעריך כי עלות הקמת משרפה עם קיבולת שנתית של 550 אלף טונות מסתכמת בכ־1.05 מיליארד ש"ח. בדיקה של עלויות הקמה של מספר משרפות מודרניות בקופנהגן ובמיאמי מעלה כי מדובר בהשקעה של למעלה מ־2.2 מיליארד ש"ח. הרכיב היקר ביותר בהקמת משרפות הוא מערכת הטיפול בגזים, המונעת או מצמצמת את פליטת המזהמים לאוויר ולסביבה. לכן, יש לוודא כי השקעות ההקמה והתחזוקה של המערכות הללו מובאות בחשבון. כמו כן, יש לוודא שהמדינה מחייבת עמידה בביצועים סביבתיים הטובים ביותר שניתן להשיג מבחינה טכנולוגית. בין היתר, יש לוודא כי המתקן עומד בתנאי חוק אוויר נקי ובדירקטיבות עדכניות, וכן שהוא בעל היתר פליטה, תוכנית פיקוח ואכיפה וצוות אסדרה שמכיר את הטכנולוגיה. יש להביא בחשבון שמשרפות שהוקמו בעשורים האחרונים באירופה גרמו להשפעה סביבתית ובריאותית

ניכרת, וכי אין עדיין ידע מדעי לגבי השפעות של מתקנים חדשים שעונים לביצועי סביבה חדשים, וכי יש חשיבות משמעותית לתחזוקה השוטפת של המתקנים ^[3]. יש לשים לב שמתוך 472 מתקני שרפת הפסולת ברחבי אירופה רק 7% הם בעלי קיבולת של 500 אלף טונות לשנה, וכי הקיבולת של 2/3 מהם היא מתחת ל-200 אלף טונות בשנה (**איור 1**). לכן, ראוי שאם ישראל בוחרת במתקני שרפה כחלק מסל הפתרונות הטכנולוגיים, היא צריכה להקים תחילה מתקן בהיקף קטן ולהתנסות בהקמתו ובתפעולו בטרם יאומצו מתקני־ענק.

דרושה מדיניות לאומית המבוססת על עקרונות כלכליים לטיפול בפסולת

דניאל מורגנשטרן

יועץ כלכלי וסביבתי מומחה למחזור
danmorgi@zahav.net.il

עד למשבר הקורונה עלתה רמת החיים בישראל מדי שנה, ועימה גדלו כמויות האשפה הביתית בשיעור שנתי של 5.5%, בעוד בעולם המערבי ובמרבית מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD) הלכו כמויות האשפה וירדו. מהשוואה בין ישראל לבין אותן מדינות עולה כי מדיניות המטילה על יצרן האשפה את מלוא העלות הריאלית של הטיפול באשפה, כולל עלויות חיצוניות, יוצרת תמריץ שלילי ליצירת אשפה. מדיניות לאומית נבונה צריכה להיות מבוססת על עקרונות כלכליים.

עיקרון ראשון – **המזהם משלם**: כלכלני סביבה השכילו לחשב את העלויות הריאליות של הטיפול באשפה: איסוף מחצרות הבתים, הובלה במשאיות דחס לתחנת המעבר, תפעול התחנה, הובלה לאתר ההטמנה ותפעולו כולל עלויות הקרקע. לכך מתווספות עלויות חיצוניות של משק התובלה: תרומה לגודש בדרכים, לשחיקת כבישים וצי הרכב, לתאונות ולזיהום האוויר. התוצאה, מחולקת בכמות האשפה, היא העלות הריאלית לטונה אשפה.

איסוף אשפה עירונית מהרחובות הוא הליך יקר. עלות איסוף האשפה בתל־אביב והובלתה לחירייה עולה על 1,000 ש"ח לטונה, היות שמבצעים אותם עובדי עירייה, שהם ותיקים ועלות העסקתם גבוהה. האיסוף ברשויות מקומיות המפעילות קבלני משנה זול יותר, וזאת על אף חיסרון כלכלי לגודל. רכיב זה ייחסך ביחס לכל כמות שתופרד במקור ותופנה למחזור.

עיקרון שני – מדיניות נכונה מחייבת **משק פסולת סגור**: מערכת

מקורות

- [1] The European Parliament and the Council of the European Union. 2018. Directive (eu) 2018/851. www.bit.ly/E_E126
- [2] The European Parliament and the Council of the European Union. 2020. Regulation (Eu) 2020/852 — On the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending regulation. www.bit.ly/E_E127
- [3] Tait PW, Brew J, Che A, et al. 2019. The health impacts of waste incineration: A systematic review. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* **44**(1).



חשבונאית אוטונומית שכל עלויותיה מכוסות על־ידי הכנסות. על בסיס התאגדות אזורית, כדוגמת תאגידי המים: ישראל תחולק לעשרה אזורי אשפה, בדגם של איגוד ערים דן לתברואה (חירייה) – כמו המהלך הראשוני להתאגדות רשויות מקומיות ל"אשכולות". האיגוד יגבה **אגרת אשפה ריאלית** לפי משקל או נפח (בהתאם לעיקרון 'המזהם משלם') מיצרן האשפה – משק בית, בניין משרדים, מרכז מסחרי או מפעל.

עיקרון שלישי – תנאי מוקדם להפעלת השיטה הוא "**היעדר ארוחות חינם**", בלוויית אכיפה כלפי עבריינים. לשם כך יוחלפו מכסי כל מכלי האצירה למכסים שפתיחתם תיעשה על־ידי כרטיס מזהה (אופטי או מגנטי), שיפתח נפח נתון ויעמידו לרשות התושב. עם הסגירה יבוצע חיוב במערכת ממוחשבת. תעריפי האגרה יגרמו לכל יצרן אשפה לחשוב פעמיים בטרם ייצורה. רק כך תצליח ישראל לשנות דפוסי צרכנות, למזער אריזות – **ולעודד הפרדה וולונטרית במקור** במשקי הבית, תוך הפרדת הפסולת הרטובה והפניית הפסולת היבשה הניתנת למחזור לאפיקי האיסוף – חינם. ההפרדה בהתנדבות על־ידי התושב היא גם יעילה וגם חוסכת משאבי ציוד וכסף. מסיבה כלכלית יהא חיוני להחזיר את מכלי האצירה הנפרדים ואת "מרכזי המחזור" השכונתיים.

עיקרון רביעי – בד בבד עם החקיקה הראשית של משק סגור לאשפה, **יש למנוע כפל מס**: יבוטלו חוק היטל ההטמנה, רכיב התברואה בארונה הכללית והחוק לטיפול באריזות שכשל (אם לא ייפתח בינתיים לתחרות). לעומת זאת, חוק הפיקדון על מכלי משקה יוחל גם על 800 מיליון המכלים המשפחתיים שנרכשים מדי שנה, מזהמים את רשות הרבים, ותופסים נפח ניכר באשפה העירונית. הוצאתם ממנה תגרום לתעסוקה לאלפי נזקקים וליצירה של חומר גלם נקי למחזור.

לאחר שתוארו העקרונות הכלכליים שמשק הפסולת צריך להיות מבוסס עליהם, ראוי לבחון לאורם את **התוכנית המהפכנית לטיפול באשפה** בישראל שמקדם לאחרונה המשרד להגנת הסביבה: הקמת



אתר הטמנת פסולת. מדיניות לאומית נבונה צריכה להיות מבוססת על עקרונות כלכליים | צילום: Tom Fisk, Pexels

חמישה מתקני פסולת לאנגריה – שהם למעשה משרפות אשפה: במישור אדומים – לירושלים, בצומת מורשה ובחירייה – לאזור המרכז, בצומת אשדוד – לדרום, ובמקום נוסף שטרם נקבע – לצפון הארץ (עוד בנושא בעמודים 78–85 בגיליון זה). **בישראל אין כדאיות כלכלית בפתרון התמרת האשפה לאנגריה**, וזאת בשל מחירה הגבוה של ההתמרה ובשל מאפייני האשפה בישראל. כמות האנגריה המופקת משרפת אשפה בישראל **נמוכה** ב־20% לפחות ביחס למדינות אירופה: האשפה בישראל רטובה יותר (מעל 40% חומר אורגני ומים); ערך ההיסק (כמות האנגריה הניתנת להפקה) הוא רק 2,400 קק"ל לק"ג מול 3,000 באירופה; זאת ועוד: משרפות האשפה העירוניות באירופה משתמשות בחום שיורי לחימום מים לרשת החלוקה העירונית, אך זה אינו רלוונטי בישראל. ובכך אין די: כ־5% מהאשפה בישראל היא פסולת בניין, הנוספת לאפר התחתית שמסלקים למטמנה (לא קיים באירופה). השרפה תגרום הפחתת

משקל של 80% לכל היותר, והיתר – להטמנה. עלות הקמת משרפת אשפה המטפלת ב־400,000 טונות לשנה היא 250 מיליון אירו. עלות הקמת מפעל כימי לטיהור המזהמים (תחמוצות חנקן, גופרית, כלור [משריפת פי־וי־סין] ועוד) עומדת על 200 מיליון אירו נוספים (נתוני משרפת קלן בגרמניה), בתוספת עלויות הפעלה. המשרד להגנת הסביבה השתמש בעלויות חסר לחישוב עלות הקמה ותפעול של מתקן הטיפול בגזים תוצרי השרפה. הטיפול באשפה במשרפות אירופה יקר ב־100–150 אירו לטונה לעומת כל חלופה אחרת, לכן אין כמעט משרפות חדשות. **לסיכום**, בטווח הארוך ישראל חייבת פתרון משולב לטיפול באשפה: משק סגור, אגרת אשפת ריאלית שתצמצם את כמויות האשפה, הפרדת האשפה האורגנית והסבתה לקומפוסט, החזרת ההפרדה במקור בבית ובשכונה, העמקת המחזור והטמנת היתרה בשיעורים פוחתים מדי שנה.



פרק ב': הפחתת פסולת

הכוח לשנות – יוזמות קהילתיות להפחתת פסולת במקור

רוח אהרונוביץ ^[1]*, תם שי ^[2] וערן בנימיני ^[3]
 מתכננת ויועצת בתחומי הפסולת והמחזור
 מחנך בבית הספר היסודי הגליל, תל־אביב-יפו
 מייסד 'המחסן של אליהו' ^[3]
 * ruth.homestudio@gmail.com

לצד הדיון הסוער בעתיד משק הפסולת בישראל והשאלות ביחס למציאת פתרון כולל וארוך־טווח, צצים בשנים האחרונות מיזמים קהילתיים שמתמודדים עם האתגרים הגדולים באופן מקומי. בידיעה זו נספר על שלוש יוזמות שזכו לתמיכה ראשונית במסגרת קול קורא של המשרד להגנת הסביבה, ונסה להבין מה ניתן ללמוד מהאנשים שמניעים אותן, אם ניתן להקיש מהקטן לגדול, ומה נדרש כדי לחזק ולעודד יוזמות של אנשים שאכפת להם.

מחזור, ויהיה זה בתהליך היעיל ביותר, לא פותר את בעיית הפסולת והזיהום שנוצרו בתהליך יצירת המוצר, ולכן הוא אינו יכול להיות הפתרון היחיד ואפילו לא העיקרי שהאנרגיה מושקעת בו. על בסיס הבנה זו הקים תם שי לפני שנה **סדנה לתיקון ול"מחדוש" (מחזור משביח, upscaling) ומחסן השאלת חפצים בבית הספר היסודי הגליל** בתל־אביב שם עבד. המיזם פועל בכמה מישורים – לצד העלאת המודעות להפחתת צריכה, מושאלים בספריית החפצים מוצרים שמרבית האנשים משתמשים בהם פעמים בודדות בשנה. כמו כן, בסדנה העמלנית ובאירועים קהילתיים מתקיימות סדנאות לתיקון אופניים, רהיטים ועוד, וההורים והילדים לומדים בהן שניתן לתקן במקום לזרוק. כמו כן, פסולת גדולה מוסבת לשימוש אחר – צמיגים מהפנצ'ריה הקרובה הפכו לשרפרפים ולמשטחי עץ ורהיטים שבורים לערוגות ולספסלים, בקבוקים לעציצים ועוד. **בעוד שלעיתים קרובות נוטים לחשוב שעיקר הפעולה החינוכית היא הגברת המודעות למחזור, בבית הספר הגליל מאמינים שההיפך הוא הנכון, ושפעולת חינוך אפקטיבית מתרחשת כשמדגימים הלכה למעשה וכחלק אינטגרלי מתוכנית הלימודים כיצד ניתן לצמצם את הפסולת וזאת במהלך הקניית מודעות וידע.**

מודל נוסף ששם דגש על הפחתת צריכה ושימוש בצידוד מבלי להיות בעליו הוא **המחסן של אליהו – מחסן השאלות קהילתי**.

המחסן שהוקם ביוזמת תושבי השכונה – ערן בנימיני, עומר הרץ ומיכל שני, פתוח ערב בשבוע וניתן לשאול ממנו חפצים מגוונים, כגון ציוד ליצירה, לאירועים, לשיפוצים, לטיולים ועוד בעלות סמלית. הציוד הראשוני נרכש במסגרת הקול קורא, ואת השאר תורמים התושבים. אופן פעילות המחסן נועד לרתום את התושבים לשאת באחריות בהיותם חלק פעיל – החל בבחירת השם והציוד וכתיבת פוסטים מפרגנים של תושבים שלוו ציוד, דרך תכנון אירועים של תיקון ו"מחדוש" ועד הפעלה שוטפת של המקום. **"פעילות המחסן צריכה לשמש דוגמה לקובעי מדיניות כיצד ניתן לקדם יוזמה שעיקר פעילותה ומטרתה הוא בצמצום פסולת ב"ראש הפירמידה" – מניעה, הפחתה וצמצום. ככל שתתרחב פעילותו ויקומו פלטפורמות שיתופיות נוספות כאלה ואחרות, תרבות הצריכה והאופן שקניית חפצים ובעלות עליהם נתפסות עתידים להשתנות – ובהמשך יושפעו גם אופן הפיכת המוצרים לפסולת וממדי התופעה"** אומרים הפעילים.

האם הירתמות ונשיאה באחריות הן מפתח לשינוי, ומהו אורך הנשימה של מיזמים קהילתיים המבוססים על כוח התנדבותי בלבד? מיזם נוסף שמאפשר הצצה לשאלות אלה ושואף לתת מענה לאחת מבעיות הפסולת הביתית המשמעותיות ביותר – הפסולת האורגנית – הוא **"לירה שפירא"**. את הרעיון להפוך זבל למטבע קהילתי הגה פרי סמנון, פעיל חברתי מוביל בשכונה, שהיה גם רכז קיימות מטעם העירייה, כאמצעי להעלות את מודעות התושבים למערך הקומפוסטרים השכונתי ולהגדיל את כמויות הזבל האורגני שמגיע אליהם. על כל קילו זבל אורגני שתושב מביא לנקודת האיסוף הוא מקבל בתמורה **"לירה שפיראית"**, שניתן להשתמש בה לרכישת קפה, מיץ וספרים משומשים ואף לתשלום חלקי עבור שירותים שמציעים תושבים בשכונה, כמו שיעורי פיתוח קול, הדרכת הורים ועוד. במהלך שנת הפעילות הראשונה חלה עלייה בכמות הפסולת האורגנית החודשית שנאספה מחצי טונה לארבע טונות, המערך התרחב, והפרדה במקור של זבל אורגני הפך לטרנד שכונתי. "אומנם כדי להוזיל את עלויות פינוי הזבל בשכונה עלינו להגיע לפחות ל־10 טונות בחודש, אבל הערך האמיתי של המיזם הוא לאו דווקא בתועלת הכלכלית שלו", אומר איתמר סתת שמנהל את המיזם כיום ביחד עם עידן כהן ופעילים נוספים. "אנחנו מטפלים בפסולת שלנו "קרוב לעין", ורואים שזה מייצר שפע. התושבים מעריכים את ההוקרה שהם מקבלים, וכשהם משתמשים במטבע הם תורמים לקהילה שוב. אך מעל לכול, המיזם משנה את תדמית הפסולת, ומזכיר לנו שזבל הוא משאב", מוסיף סתת. המיזם מציע מודל



בית מלאכה קהילתי בזכרון יעקב שמטרתו להעלות את המודעות לצורך בהפחתת צריכה דרך פעולות מחזור ותיקון. בית המלאכה הוקם ומתופעל על־ידי תושבים, למען התושבים ובתמיכת המחלקה לאיכות הסביבה במועצה המקומית והמשרד להגנת הסביבה | צילום: בילי תשובה

לעירייה יש שיטות עבודה המוכרות לה. יוזמות שמגיעות מתושבים מצריכות גמישות, התאמות והסכמה לעשות דברים קצת אחרת, אבל כשמצליחים, אז מצליחים בגדול".

לסיכום, חשוב להבין אם ומה ניתן ללמוד ממיזמים קהילתיים על ניהול התחום ברמה הארצית. "אנו רואים שיש רצון של הציבור להיות מעורב ולהשתתף, ולמדים מכך שכשיש רצון ניתן לעשות הרבה" אומר עמיעד לפידות, פעיל ויזם סביבתי ותיק ומנוסה, ומוסיף: "הרשויות מצידן צריכות לעודד יותר ולהגדיל את תקציבים לטובת מיזמים קהילתיים ואף להפנות משאבים כדי לממן את הפעילות בפועל".

האם הדאגה לעתיד הסביבה תצמיח מודלים חדשים לשיתוף פעולה ולפתרון בעיות? זאת נדע בהמשך הדרך, אך נכון לעכשיו ועל פי הקולות שעולים מהשטח, יש מקום לאופטימיות ולתקווה.



שבו יצרני פסולת נרתמים לטיפול בהתמורה להוקרה בשווה ערך כסף. **"צריך לתת לאנשים את הכוח לשנות, לחזק ולעודד שיתופי פעולה ולפתור את שאלת האחריות על אף המתח המובנה שקיים בין גוף ציבורי להתארגנות ספונטנית ובלתי פורמלית של תושבים"**, אומר כהן.

נעה רגב מהרשות לאיכות סביבה וקיימות בעיריית תל־אביב – יפו מתייחסת ואומרת: "אנחנו כעירייה מכוונים להטמעה של אורח חיים מקיים באסטרטגיה, בתוכניות הפעולה ובעשייה, אך ברור לנו שאנחנו לא בעלי הידע היחידים. יש המון ידע, ניסיון, תשוקה והבנת צרכים שמגיעים מהשטח. החיבור בין תושבים לבין עשייה עירונית, דרך יוזמות מקומיות וקולות קוראים מאפשר לנו גמישות והתנסות בחדשנות ובפורמטים שקצת יוצאים מהקופסה. מתחילים במודל קטן ומקומי, מתנסים, לומדים, ואז אפשר להטמיע שינויים גם בממדים רחבים ועירוניים. זה לא אומר שזה תמיד קל לביצוע,

השפעת תאריך התפוגה וסוג התווית על בזבז מזון בקרב צרכנים

אלמוג ליטמן ^[1]*, אופירה אילון ^[1],^[2]
 אפרת אלימלך ^[2] וקרן אור חן ^[3]

^[1] החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

^[2] המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

^[3] החוג לפסיכולוגיה, אוניברסיטת חיפה

* almoglitman@gmail.com

לפי הערכות ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO), כ־1.6 מיליארד טונות של מזון ראוי למאכל נזרקות מדי שנה לאשפה ^[1]. בישראל נזרקות מדי שנה כ־2.5 מיליון טונות של מזון ראוי למאכל בשווי של כ־19.7 מיליארד ש"ח ^[2]. מחקר שנערך בקרב משפחות חיפאיות מצא כי למעלה ממחצית מפסולת המזון מורכבת ממזון ראוי למאכל ^[3].

לאובדן המזון השלכות חברתיות, סביבתיות וכלכליות משמעותיות. השלכת מזון מגדילה את כמות הפסולת המיוצרת, ויוצרת עומס על שירותי פינוי הפסולת העירוניים ^[3]. יותר מזה,

המשאבים ששימשו לייצור המזון (אנרגיה, מים, קרקע, כוח אדם, דשנים וחומרי הדברה) מתבזזים, והמזון לא מגיע ליעדו. למעשה, 8% מפליטת גזי החממה בעולם מיוחסים לתופעת בזבז המזון, ולכן, צמצום הבזבז סומן כאחת מן האסטרטגיות המבטיחות במאבק בשינוי האקלים^[8].

בעולם נעשו צעדים משמעותיים לצמצום בזבז מזון^[4, 5, 8]. מדינות רבות באירופה הכינו תוכניות ממשלתיות להפחתת הבזבז (בריטניה, ספרד, גרמניה, מדינות סקנדינביה ועוד), ובמסגרתן מדדו או אמדו את כמויות המזון האובד, והציבו יעדים להפחתה. מחקרים מהשנים האחרונות מראים כי בלבול וחוסר הבנה סביב תוויות התפוגה של מוצרים ארוזים הם גורם משמעותי להיווצרות בזבז מזון במשקי הבית^[4, 5, 6, 8]. בישראל קיים תקן מחייב רשמי (1145) לסימון מזון ארוז. התקן מחייב את היצרנים והיבואנים לסימון נכון (מינוח מדויק, מיקום על גבי המוצר, תרגום המינוח למוצרים מיובאים ועוד) של תאריכי התפוגה והמינוחים הרלוונטיים. המינוחים הם: א. "עדיף להשתמש לפני" – מינוח שמנחה את הצרכן לבדוק את המוצר (ריח, מראה, טעם), ומאפשר לו להשתמש במוצר גם לאחר שהתאריך חלף. מינוח זה מוטבע על גבי מרבית המוצרים הארוזים הנמכרים כיום. ב. "לשימוש עד" – מינוח שמוטבע על גבי מוצרי חלב ובשר הרגישים מיקרוביאלית, ומנחה את הצרכן לצרוך את המוצר עד התאריך הנקוב. סמכות הפיקוח על עמידה בתקן ניתנה לממונה על התקינה במשרד הכלכלה שהסמין את משרד הבריאות לפקח על התקן ועל אכיפתו, ואף על פי כן כמעט ולא מתקיימת אכיפה של התקן בפועל^[7].

המחקר הנוכחי בוחן וממפה את פערי ידע הקיימים בקרב הציבור הישראלי ביחס לסוגים שונים של תוויות תפוגה ותאריכי תפוגה המוטבעים על מזון ארוז. לצורך כך נבחנו מדדים פסיכולוגיים: תפיסת הסיכון, אמון במוסדות מדינה ובחברות מזון, ידע והבנה של תוויות תפוגה (לשימוש עד, עדיף להשתמש לפני), אורח חיים בריא ומודעות וידע סביבתיים. נוסף על כך, נבחנו גם משתנים חברתיים-דמוגרפיים, כגון גיל, מגדר, מצב משפחתי, גודל משק הבית, הכנסה ועוד. המחקר כלל 730 משתתפים שמילאו שאלון מקוון. 82% מהמשתתפים במדגם היו נשים, הגיל הממוצע עמד על 42, ו־84% היו יהודים.

ממצאי המחקר מעידים על חוסר הבנה ועל בלבול בין תוויות התפוגה השונות. בעוד שכשני שלישים מהנבדקים הבינו את משמעות המינוח "לשימוש עד", רק כשליש מהם ידעו מה משמעות המינוח "עדיף להשתמש לפני" והמינוחים הלא תקינים "BB", ו"עדיף לשימוש עד".

כמו כן, נמצא כי הנבדקים מגלים רגישות גבוהה לתאריכי התפוגה הנקובים על גבי התוויות. רגישות גבוהה מוגדרת כנכונות של הנשאל לצרוך את המוצר עד המועד הנקוב ולא מעבר לכך (ללא שימוש בחושי הריח, הטעם והראייה). נמצא כי למעלה משני



בלבול וחוסר הבנה סביב תוויות התפוגה של מוצרים ארוזים הם גורם משמעותי להיווצרות בזבז מזון במשקי הבית | צילום: אלמוג ליטמן

שלישים מהנבדקים ציינו כי יהיו מוכנים לצרוך גבינה לבנה רק עד שבוע לפני התאריך או עד התאריך הנקוב. כמו כן, כשליש מהנבדקים ציינו כי יהיו מוכנים לצרוך פסטה ואפונה קפואה לכל המאוחר עד התאריך הנקוב על גבי התווית. כלומר, הרגישות עבור מוצר מצונן גבוהה מהרגישות למוצר יבש או קפוא.

נמצא שהתנהגות סביבתית ומודעות סביבתית משפיעות באופן מובהק על קבלת ההחלטות של משתתפי המחקר. ככל שהנבדקים מגלים מודעות סביבתית גבוהה יותר, כך הם פחות רגישים לתאריכים ולמינוחי התפוגה, והם מדווחים שהם מבזבזים פחות מזון. ממצא דומה נמצא אצל צרכנים בעלי הכנסה נמוכה מן הממוצע.

בישראל נעשו צעדים מוגבלים בלבד לצמצום בזבז המזון, על השלכותיו הכלכליות, הסביבתיות והחברתיות, ומרבית הפעילות הנעשית להצלת מזון היא וולונטרית. לא קיים הסבר נגיש המופנה לצרכנים לגבי משמעותם של מושגי התפוגה השונים והוראות האחסון – לא על גבי אריזות המזון, לא ברשתות השיווק ולא בפרסומי משרד הבריאות, ובתוך כך לא מתבצעת אכיפה של סימון תאריכים המתבצע כיום שלא על פי התקן הנדרש.

נמצא כי יצרני המזון מטביעים תוויות שלא לפי הנדרש בתקן. ריבוי המינוחים יוצר בלבול, ולכן חשוב להדגיש את הצורך באכיפת יישום ההגדרות לקביעת תאריכי התפוגה של מוצרי מזון שונים, להקפיד על בריאות הציבור מחד גיסא ולמנוע בזבז מזון מאידך גיסא.

המלצות מרכזיות הנגזרות מהמחקר:

- יש להבהיר ליצרנים את אופן סימון התאריכים, מבחינת הדרישות הטכניות וגם מבחינת ההבחנה בין תאריך התפוגה לפני פתיחת האריזה ולאחריה, ולאכוף סימון נאות.
- יש להחליף את המינוח "עדיף להשתמש לפני" בנוסח חלופי. לדוגמה: "איכות מיטבית עד", "האיכות נשמרת עד", או "המוצר איכותי עד".
- ניתן להקל על הסימון במקרים שאין בהם סכנה לבריאות. לדוגמה, פטור מסימון יום ספציפי בחודש על גבי אריזת מזון יכול לאפשר לצרכנים שימוש גמיש יותר במוצר לאורך כל החודש.
- יש להבהיר לציבור מה משמעות התוויות המאושרות באמצעות פעילויות שונות של חינוך והסברה ברשתות השיווק ובתקשורת, וכן לחדד את העובדה שתוויות אחרות שאינן עומדות בתקן עלולות להטעות.
- כדי לצמצם בזבז מזון נמליץ לבחון החלת תמחור דינמי על מוצרי מזון ארוזים, כך שמוצר המתקרב לפגות התוקף שלו, יוצע במחיר מוזל לצרכן.
- יש להעניק פטור מסימון תאריכי תפוגה על מוצרי מזון מסוימים (כגון מלח, סוכר, דבש, חומץ, פסטה ומוצרי אלוהול) בדומה לדירקטיבה האירופית לסימון מוצרי מזון (Directive 2000/13/EC).

סיכום שנת הניסיון של מיזם הסימביזה התעשייתית

אריק רבקינ*, דוד אסף ומיכאל שצ'ופק

מְנַהֵל תַּעֲשִׂיּוֹת, מִשְׁרַד הַכִּלְכֵּלָה וְהַתַּעֲשִׂיָּה

* Arik.Ryvkin@economy.gov.il

כחלק מתפיסת עולם של צמצום יצירת פסולת וצמצום השימוש בחומרי גלם בתוליים יזם מְנַהֵל תַּעֲשִׂיּוֹת במשרד הכלכלה והתעשייה עם המשרד להגנת הסביבה ובשיתוף מטה ישראל דיגיטלית את מיזם הסימביזה תעשייתית. הסימביזה התעשייתית היא למעשה

ז. יצרני מזון רבים באירופה מציינים שני תאריכי תפוגה שונים על גבי מוצרי מזון הניתנים להקפאה: "ניתן להקפאה עד" ו-"ניתן לשימוש לאחר הפשרה עד", או "אם המוצר סגור ניתן לצרוך עד" ו-"לאחר הפתיחה ניתן לצרוך עד". כך היצרנים מאפשרים לציבור לבחור כיצד להתנהג עם המוצר.

תיקון הליקויים ויישום רוב המלצות המחקר לא דורשים השקעת משאבים כלכליים גדולים, אלא שינוי תפיסה והתנהגות – בקרב היצרנים, רשתות השיווק והצרכנים. יישומן יהיה צעד משמעותי להפחתת אובדן המזון בישראל, להגדלת הביטחון התזונתי, לצמצום הפגיעה בסביבה וכמובן – לחיסכון כספי.

מקורות

- [1] חן וזמרת נ. 2019. דו"ח אובדן מזון והצלת מזון בישראל 2018. נערך עבור לקט ישראל על-ידי BDO.
- [2] מבקר המדינה. 2015. דו"ח מבקר המדינה, אובדן מזון – השלכות חברתיות סביבתיות וכלכליות. דו"ח שנתי 65, משרד מבקר המדינה.

- [3] Elimelech E, Ayalon O, and Ert E. 2018. What gets measured gets managed: A new method of measuring household food waste. *Waste Management* **76**: 68-81.
- [4] FAO. 2011. Global food losses and food waste — Extent, causes and prevention. Rome.
- [5] Norden. 2016. Food waste and date labelling in the Nordic countries, Practice of legislation.
- [6] NRDC. 2013. The dating game: How confusing food date labels lead to food waste in America. Natural Resources Defense Council.
- [7] WRAP. 2007. Food behaviour consumer research: Quantitative phase.
- [8] WRAP. 2014. Household food and drink waste: A people focus.



מרכיב בכלכלה המעגלית, והיא מבוססת על שיתוף פעולה בין תעשיות ועסקים לניצול מיטבי של המשאבים שלהם, כגון תוצרי לוואי, פסולת, אנרגיה עודפת ועוד. הסימביזה מעודדת סחר או מעבר של אותם משאבים בין העסקים, כך שתוצרי הלוואי והפסולת של מפעל מסוים יוכלו לשמש חומר גלם עבור מפעל אחר. בעקבות מעבר המשאבים נוצרת "סגירת מעגלים", ואנחנו מתקרבים למצב של "אפס פסולת". סגירת המעגלים מתבטאת גם בחיסכון כלכלי וגם בתועלת סביבתית הנובעים ממניעה של הטמנת פסולת ומהפחתת שימוש בחומרי גלם בתוליים^[1].

בשנת הניסיון של המיזם שתוקצבה בכ־4 מיליון ש"ח, זכו ארבעה מפעילים (פור אס – זלינגר בע"מ, דנירון ייעוץ והשקעות



קידום עסקת סימביוזה – מפגש בין אנשי חברת רפאל מגופים לבין חברת א.א.א. שחף | באדיבות דנירון ייעוץ והשקעות בע"מ

בע"מ, יוזמת האנרגיה הטובה, אביב שירותי שמאות וייעוץ עסקי בע"מ) ששידכו בין מפעלים, גופים הפועלים ברשויות מקומיות, אזורי תעשייה ומרכזי מסחר ליצירת סימביוזות. לאחרונה הוחלט כי בסיום תקופת הניסיון ימשיכו שניים מארבעת המפעלים של המיזם להפעלה ארוכת טווח של ארבע שנים. יש להדגיש כי אחד המניעים המרכזיים למיזם היו עדויות מהארץ (לפני כ־15 שנה) ומהעולם כי קיום מאגר פסולות פסיבי לא מצליח לעורר קיום סימביוזות, ויש צורך בליווי צמוד ואישי של "שדכן" כדי ליצור עסקאות משמעותיות. בידיעה זו זה אנו מנתחים את התוצאות שהושגו בשלב הניסיון בהיבטים הכלכליים והסביבתיים, לרבות ניתוח הגורמים לסימביוזות מוצלחות ולקשרי גומלין בין סימביוזות לגודל חברות, ענפי תעשייה, סוגי פסולת ועוד.

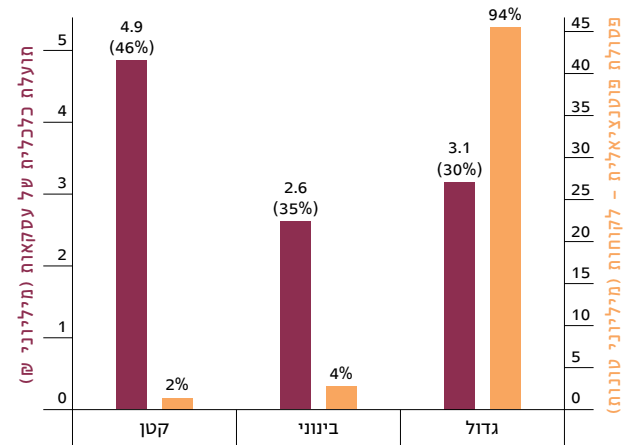
בתום שנת הניסיון ניתן לסכם ולומר כי מדובר במיזם מוצלח, שלווה באיסוף נתונים משמעותי וייחודי ברמה העולמית. למיזם גויסו בשנה אחת בלבד מעל 600 מפעלים ועסקים קטנים ובינוניים, ומופו יותר מ־2,000 זרמי פסולת. קרוב ל־70 עסקאות נחתמו בין חברות, והן הובילו לתועלת כלכלית ישירה למפעלים בהיקף של למעלה מ־10 מיליון ש"ח, ומנועו הטמנה של מעל 23 אלף טונות של פסולת (וכן הביאו למניעת פליטה של 30,000 טונות של גזי חממה). במהלך המיזם ההמשכי המדינה תשקיע כ־20 מיליון ש"ח, ואנו צופים תועלת כלכלית ישירה של 100–150 מיליון ש"ח, הפחתת הטמנה בהיקף של כ־450,000 טונות ומניעת פליטה של 365,000 טונות גזי חממה.

השלב הראשון במיזם הסימביוזה הוא גיוס הלקוחות. לשם כך, המפעילים יוצרים קשר עם כל גוף המייצר פסולת, ומבצעים מיפוי של סוגי הפסולת הקיימים אצלו. פילוח הלקוחות המגויסים לפי גודל העסק מגלה שיש חלוקה שווה בין מפעלים קטנים (מחזור של עד 20 מיליון ש"ח) – 37%, מפעלים בינוניים (מחזור של 20–100

מיליון ש"ח) – 34% ומפעלים גדולים (מעל 100 מיליון ש"ח) – 29%. עם זאת, כצפוי, המצב משתנה דרמטית בבחינה של כמויות הפסולת שיש לכל גודל מפעל: מפעלים גדולים מחזיקים כ־94% מכמות הפסולת, הבינוניים כ־4% והקטנים כ־2% בלבד. מכאן ניתן היה להניח שהתועלת הסביבתית והכלכלית של מפעלים גדולים במיזם תהיה משמעותית יותר, אך מהנתונים עולה התמונה ההפוכה, כפי שניתן לראות ב**איור 1**. דווקא המפעלים הקטנים אחראים על 46% מהתועלת הכלכלית, אחריהם הבינוניים עם 25%, והגדולים עם 30% בלבד. כלומר, על אף אחזקה כ־6% בלבד ממאגר הפסולות הפוטנציאלי במיזם הצליחו המפעלים הקטנים והבינוניים לרכז 71% מהתועלת הכלכלית ו־87% מסך מניעת ההטמנה במיזם (דנירון ייעוץ והשקעות בע"מ, אביב שירותי שמאות וייעוץ עסקי בע"מ). ככל הנראה, ההסבר לתופעה נעוץ בעובדה שמפעלים גדולים כבר משקיעים משאבים בניהול נכון של הפסולת שלהם, משאבים שחסרים למפעלים קטנים ובינוניים – ואת זה בדיוק מיזם הסימביוזה בא לפתור.

מעניין גם לשים לב לסוגי הפסולת של העסקאות בפועל: מספירת העסקאות בהן מעורבים מספר סוגי פסולות עולה כי שלושת סוגי הפסולת המובילים הם פלסטיק (35%), פסולת אורגנית (22%) ועץ (13%), המשקפים יחד כ־70% ממספר העסקאות. עם זאת, אין מתאם מלא בין מספר העסקאות לערך הכלכלי שלהן. מבחינת הערך הכלכלי, עסקאות עם פסולת אורגנית מציגות את הערך המשמעותי ביותר (60%) בפער גדול מעץ שנמצא במקום השני (13%), ואילו הפלסטיק יורד למקום השישי (3.8%). כלומר, על אף כמות העסקאות הגבוהה שמערבת פלסטיק, התועלת הכלכלית

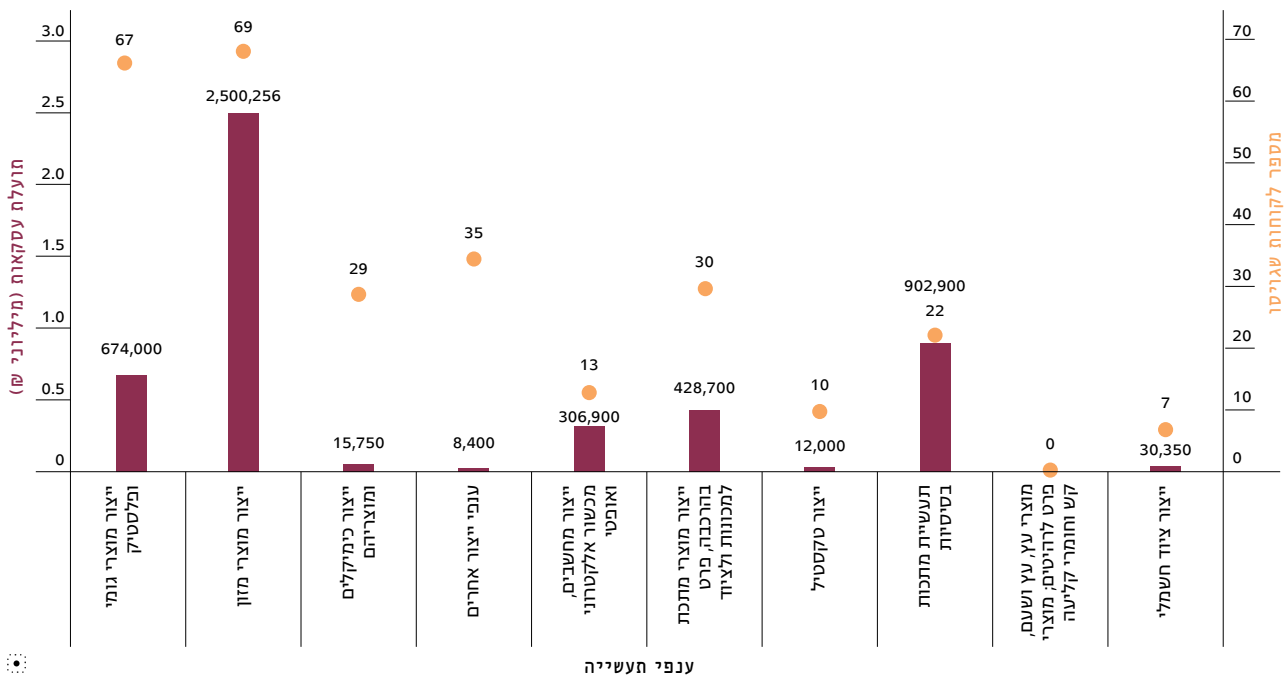
איור 1. פוטנציאל תועלת לעומת המימוש בפועל
עבור כל עמודה מופיע הערך שלה, ובסוגריים מופיע חלקה של עמודה זו מכלל העמודות מאותה הסדרה. לדוגמה, עסקאות של מפעלים קטנים הביאו לתועלת כלכלית של 4.9 מיליון ש"ח, שהם 45% מכלל התועלת הכלכלית במיזם.



של כל עסקה בממוצע הוא נמוך יותר. עובדה זו מדגישה את הצורך למצוא שימושים בעלי ערך לפלסטיק, שנפוץ מאוד בתעשייה מצד אחד, אך אין לו שימושים בסוף שרשרת הערך מצד שני. ניתן לציין לחיוב דוגמה לסימביוזה עם ערך כלכלי גבוה המערבת פלסטיק: דלתות תייר השתמשו בנסורת פלסטיק של מפעל דנפל, המייצר לוחות פלסטיק דקורטיביים, כחומר בידוד. באשר לערך הכלכלי הגבוה של עסקאות המערבות פסולת אורגנית, רובן המכריע היו בין יצרני מזון או חקלאים שהעבירו את הפסולת שלא היה לה שימוש, למאכל לבעלי חיים, וכך חסכו קניית מזון מצד אחד ואת הצורך להיפטר מכמויות משמעותיות (כ־16,000 טונות) של פסולת מצד שני. מעניין לציין את המתאם הגבוה שקיים בין התועלת הכלכלית מסימביוזות לבין היקפי מניעת ההטמנה ופליטת גזי החממה – כלומר, אין סתירה בין האינטרס הכלכלי לסביבתי, והם משלימים זה את זה.

כאשר מנסים לקבוע את הענפים התעשייתיים בעלי הפוטנציאל המרבי לסימביוזות על סמך נתוני שנת הניסיון, ניתן לבחון את כמות הלקוחות שגויסה בכל ענף תעשייתי לעומת התועלת הכלכלית מעסקאות שהתממשו. ניתוח זה מעלה כי רוב התועלת הכלכלית נמצאת בתחום ייצור המזון, ייצור מוצרי המתכת וייצור מוצרי הגומי והפלסטיק, כפי שניתן לראות ב**איור 2** – התחומים שהזכיינים התמקדו בהם בשנת הניסיון של המיזם. אך בהשוואה לכמות הלקוחות שגויסה, שוב ניתן לציין לרעה את ענף הייצור הפלסטיק:

איור 2. פילוח של תועלת כלכלית מעסקאות בפועל ומספר הלקוחות שגויסו לפי ענפי תעשייה



הפחתת פסולת

כמות הלקוחות הייתה גבוהה בצורה משמעותית מהערך הכלכלי והסביבתי של העסקאות שהתממשו בפועל.

לסיכום, ניתן לומר כי שנת הניסיון נגעה רק בקצה הקרחון של פוטנציאל הסימביוזה בישראל, שפועלים בה מעל 15,000 גופים תעשייתיים ועוד גופים רבים המייצרים פסולת או תוצרי לוואי. נכון לעכשיו אין לפסולת ולתוצרים שימוש, וישראל נאלצת להטמיןם, להשיבם לאנרגיה או לבצע בהם מחזור מחסיר (downcycling). המיזם מאפשר למשק למצוא פתרונות סביבתיים וכלכליים יותר באמצעות מיפוי שלל סוגי הפסולת וחומרי הגלם ויצירת שידוכים שלא יכלו להיווצר בעצמם, ולכן מטפל בכשל שוק מובנה. יעד מרכזי נוסף של המיזם לשנים הקרובות יהיה להעלות אתגרים טכנולוגיים ולעודד חדשנות בקרב התעשייה והאקדמיה למציאת שימושים ופתרונות לפסולת הקיימת בשטח בשיתוף עם משרד הכלכלה, המשרד להגנת הסביבה ורשות החדשנות. אנו קוראים מעל במה זו לכל שיתוף פעולה בנושא, כי החדשנות בחומרי הגלם עוברת כחוט השני כמעט בכל מוצר חדשני מאז תחילת המהפכה התעשייתית. אנו מאמינים שהגיעה העת לרתום את כוח ההמצאה האנושי כדי להשאיר במערכת את חומרי הגלם המשמשים אותנו, במקום להטמין אותם באדמה.

מקורות

[1] Chertow MC. 2007. Uncovering industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 11(1): 11–30.

זיהוי חסמים וגורמים מקדמים המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל

אופירה אילון^{[1]*}, חגית זלינגר-שניר^[2],
ורד איל-סלדינגר^[1] ונעמה שפירא^[1]

^[1] מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית

^[2] 4s – Salinger's Simple Solution

* ofira@sni.technion.ac.il

הצורך במחקר המתואר להלן עלה בשנת הניסיון ליישום התוכנית לסימביוזה תעשייתית, שמקדמים משרד הכלכלה (מנהל תעשיות) והמשרד לשוויון חברתי (מטה ישראל דיגיטלית). עוד על שנת הניסיון של מיזם הסימביוזה התעשייתית – בדיעה הקודמת בגיליון.

יש לברך על ההתגייסות הממשלתית לקידום הנושא ולמימון של ה"שדכנים" – ארבע חברות שתפקידן היה לאתר פסולת, ליצור מודעות, לקדם סימביוזות ולהפחית את כמות הפסולת המועברת להטמנה. במהלך המיזם התגלו חסמים שהגבילו את יישום הסימביוזה התעשייתית, והתעורר הצורך למפות אותם ולמצוא דרכים יעילות להסרתם.

לצורך מיפוי החסמים הופץ שאלון מקיף בקרב מנהלים ועובדים בתעשיות שונות. מחצית מ־75 המשיבים לסקר היו נציגים של עסקים גדולים (מעל 100 עובדים ומעל 100 מיליון ש"ח מחזור כספי שנתי) ומחציתם מעסקים קטנים יותר. מניתוח התשובות עולה כי הרוב המכריע של המשיבים הכירו את המושגים "כלכלה מעגלית" ו"סימביוזה תעשייתית", וכמחצית מהמשתתפים אף השתתפו במיזם זה של משרד הכלכלה (44% מהמשיבים מהעסקים הזעירים־בינוניים ו־53% מקרב העסקים הגדולים). לעומת זאת, פחות ממחצית המשיבים הכירו את הדירקטיבה האירופית המגדירה את המושג End of Waste ("תום הפסולת" – הקריטריונים לביטול הגדרתו של חומר כ"פסולת", תוך הבטחת הגנה סביבתית ברמה גבוהה ורווח כלכלי). כפי שניתן לראות ב**איור 1**, נמצאו חסמים רבים לקידום סימביוזות תעשייתיות. הנסקרים יכלו לסמן יותר מתשובה אחת, ובאיור מוצגים החסמים שיותר מ־30% מהמשיבים ציינו אותם. בממוצע, 64% מהמשיבים ציינו שהיבטים כלכליים הם חסמים ליישום סימביוזה תעשייתית, בעוד שכ־55% סימנו היבטי אסדרה, היבטים פנים־מפעליים ואחרים (תפעוליים, בטיחותיים, עסקיים ושיווקיים) כחסמים ליישום.

נושא השינוע עלה כחסם הדומיננטי ביותר: 80% מהמשיבים דירגו אותו כחסם – 92% מהעסקים הגדולים לעומת 68% מהעסקים האחרים. לכן, אף על פי שישראל היא מדינה קטנה, למרחק הגאוגרפי בין מפעלים חשיבות רבה, שכן שינוע הפסולת יקר ומשפיע על הכדאיות.



דוגמה לעסקת סימביוזה: אבקה שנוצרת מניסור לוחות פוליקרבונט, תוכנס לתערובת מילוי המשמשת בתהליך ייצור משקופי דלתות. שיתוף הפעולה בין החברות ימנע הטמנה של ארבע טונות אבקה בשנה. בתמונה: פרופיל של דלת | באדיבות דלתות תייר

התקבלה הסכמה גורפת על כך שהקושי העיקרי למימוש סימביוזות הוא היעדר כדאיות כלכלית, בין אם בגלל עלויות השינוע או בשל הפרש קטן בין עלויות הטיפול ובין חומר גלם ממוחזר לבתול. לפיכך, היעדר תמריצים ממשלתיים הוא חסם מהותי ליישום תהליכי סימביוזה תעשייתית. כמו כן, כמחצית מהמשיבים חשבו שהתקינה והאישורים הנדרשים לשימוש בחומרים מסוכנים הם חסם ליישום. 63% מהעסקים הגדולים דירגו את הצורך ב"אישור מנהל" לשינוע חומרים מסוכנים ושימוש בהם כחסם לעומת 41% בלבד מהעסקים האחרים, ופער דומה נרשם גם באשר לצורך בהיתר רעלים. למעלה מ־65% מהעסקים הגדולים הצביעו על המחיר הנמוך יחסית של חומר גלם בתול ועל חוסר היכולת לתמחר עלויות של חומרי פסולת כחסמים משמעותיים, לעומת 45% שהצביעו על כך בקרב העסקים הקטנים יותר. אחוז גבוה יותר מהעסקים הגדולים דירגו כחסמים מחסור בידע טכני מספק בנושא, מחסור בתשתיות להשמשת הפסולת, וכמויות ייצור קטנות מדי (67% ו־72%, בהתאמה) לעומת הדירוג שהעניקו להם עסקים קטנים (58%, 48% ו־42%, בהתאמה).

היה צפוי שהחסמים שתוארו לעיל ישפיעו דווקא פחות על העסקים הגדולים, שכן עלויות הטיפול בפסולת במפעל גדול הן שיעור קטן יותר מסך עלויות התפעול. הסבר אפשרי לכך יכול להיות כי במהלך המיזם ב־2019 העסקים הגדולים, המייצרים כמויות פסולת גדולות, זכו להתייחסות ממוקדת יותר של המתווכים (כיוון

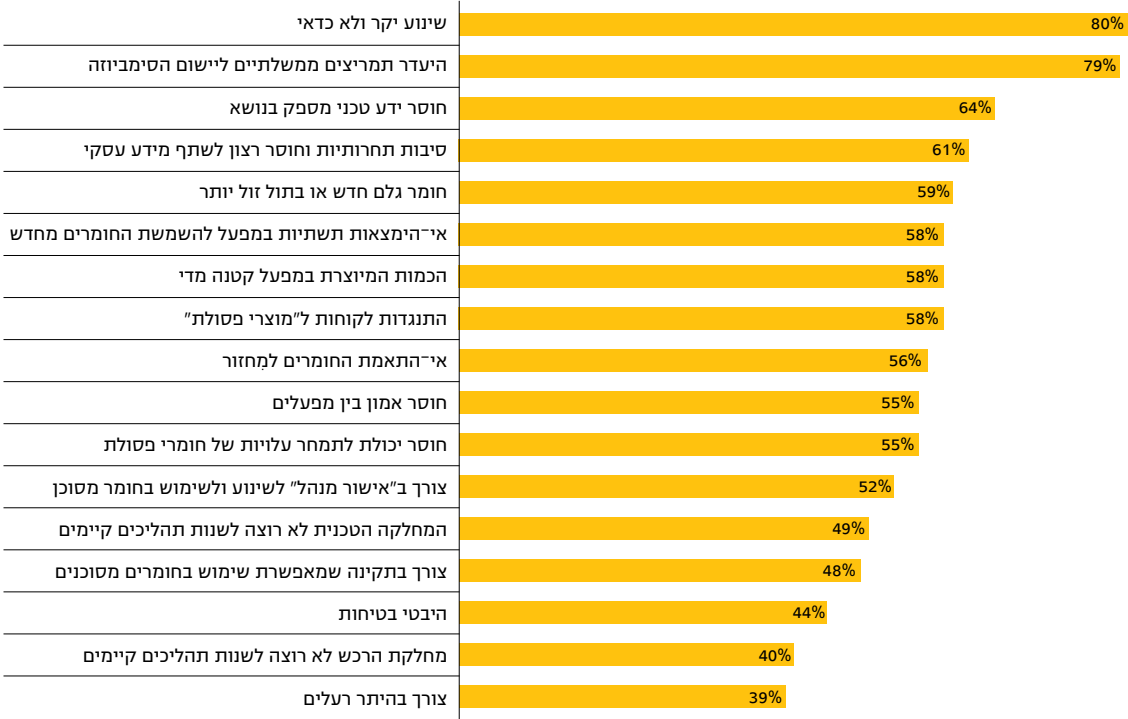
שמדד ההצלחה היה גודל העסקאות), ולכן, בקרב הגדולים נחשפו יותר חסמים. הסבר אחר יכול להיות שהעסקים הגדולים מנסים כבר שנים רבות לקדם פתרונות לטיפול בפסולת, והם מזהים את החסמים מניסיונם.

מנגד, זוהו גם גורמים שיכולים לקדם את הסימביוזות, בין השאר, תגמול ישיר לחברות מצטיינות ביישום, מתן סובסידיות, הקלות או פטורים ממס לחברות המבצעות סימביוזה, וכן הנגשת מידע (באמצעות פלטפורמה מקוונת).

מרבית המשיבים זיהו את **חסם השינוע** כמרכזי. משרד הכלכלה, שמפעיל את המיזם, חייב להציע פתרונות ממוקדים כלכלית וחברתית להיבט זה. יש לתת מענה לפריפריה (לדוגמה, על־ידי תמריצים ממוקדי שינוע) כך שגם מפעלים באזורי תעשייה קטנים ומרוחקים יוכלו ליישם סימביוזות.

במחקר ניכר כי **חסמי הידע והפיתוח**, על היבטיהם השונים, סומנו כחסמים מרכזיים יותר לעומת חסמים בירוקרטיים, כגון צורך באישורים ובהיתרים שונים. כמו כן, זוהו במחקר חסמים – כדוגמת חוסר ידע טכני מספק, אי־הימצאות תשתיות במפעל להשמשת חומרים, אי־התאמת חומרים למחזור, התנגדות מצד המחלקה הטכנית שלא רוצה לשנות תהליכים קיימים – המתייחסים ישירות לצורך בפיתוח ובהתאמה של חומרים, מכונות, חומרי גלם ובהכשרת כוח אדם למערך הייצור במפעל.

איור 1. שיעור המציינים את החסם מכלל משתתפי הסקר



כדי להתגבר על חסמים אלה נדרשת השקעה במו"פ (זמן, מחקר והון). לנושאים אלה לא ניתן מענה במיזם, זאת בניגוד למיזמים מקבילים בעולם, ששילבו מוסדות מחקר במיזם^[2]. לימוד החסמים והגורמים שיכולים לקדם סימביוזות תעשייתיות הוא תחום הנמצא בראשית דרכו בארץ. יישום התובנות ממחקר זה יאפשר להרחיב את הסימביוזות בישראל לא רק לעסקאות ברורות מאליהן, אלא גם ליצור סימביוזות חדשניות וארוכות־טווח – כאלה הדורשות השקעה במו"פ, והרחבת ההגדרות גם למשאבי אנרגיה, מים, מכונה וכוח אדם.

המחקר נערך בתמיכה של מרכז חת לחקר התחרות והרגולציה, המכללה למינהל – המסלול האקדמי. הדו"ח המסכם ניתן להורדה באתר מוסד שמואל נאמן^[1].

מקורות

[1] אילון א, איל־סלדינגר א, שפירא נ וזלינגר־שניר ח. 2020. זיהוי חסמים המשפיעים על יישום סימביוזה תעשייתית בישראל. מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית. www.bit.ly/E_E125

[2] Baldassarre B, Schepers M, Bocken N, et al. 2019. Industrial symbiosis: Towards a design process for eco-industrial clusters by integrating circular economy and industrial ecology perspectives. *Journal of Cleaner Production* 216: 446–460.

פרק ג': מיון, איסוף ומחזור

"בין האישי לחברתי" -
היענות משקי בית להפרדת פסולת -
על האפקטיביות של הסברה
ישירה לעומת משוב חברתי

ריבה ולדמן*, אופירה אילון וציפי עשת
החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה
* rivawaldman@gmail.com



העובדה שלא נמצאו הבדלים בהפרדת פסולת במקור בין משקי בית שיש בהם ילדים ונוער למשקי בית בלא ילדים, מחדדת את הצורך להתמקד בפעילויות הסברה ישירה בתוך משקי הבית באופן מתוכנן ומושכל | צילום: איגי ארם

תקציר

מהלך הפרדת פסולת במקור מחייב היערכות תפעולית מורכבת של הרשות המקומית. הציבור הוא חלק ממהלכים אלה, והשתתפותו החיובית חיונית להצלחה ולהפיכת מהלכי הפרדה במקור לכדאיים כלכלית וסביבתית. הספרות המחקרית ממעטת לתעד היענות להפרדת פסולת על סמך דגימות פסולת עקב המורכבות הנדרשת. כמו כן, חסרה ספרות בנושאי מחקרי התנהגות באזורים רוויי בנייה. המאמר מתעד ניסוי שדה שבוצע לבדיקת התערבות התנהגותית אפקטיבית להשגת הפרדת פסולת במשקי בית, הניתנת ליישום ברשויות מקומיות. הניסוי התבצע בסביבה עירונית המאופיינת בבנייה רוויה, ובמתודולוגיה המסתמכת לראשונה על דגימות פסולת ממשקי בית בזמן אמת, שמאפשרת מעקב אחר משקי בית החולקים תשתית איסוף אשפה משותפת. משקי בית שהשתתפו במחקר חולקו לשלוש קבוצות. לקבוצת הביקורת הועבר מידע בערכת הסברה, לקבוצה השנייה הועבר מידע באמצעות נציג הסברה עירוני, ולקבוצה השלישית נוספה הודעה אלקטרונית כמשוב חברתי־נורמטיבי. המשוב הוא הֶנְד (nudge) הנחפס כגורם משמעותי בעיצוב התנהגות פרו־סביבתית. המתודולוגיה שפותחה בניסוי זה מדדה את היענות משקי הבית וכן אפינה את איכות ההפרדה, הדיוק וההתמדה בהתנהגות. הניסוי התבצע בקרב אוכלוסייה המתגוררת בבניינים מרובי דירות, שהתנהגות השכנים בהם גלויה. הניסוי כלל ארבע דגימות של הפסולת לאורך 20 שבועות. נמצא שבקבוצת משקי הבית שהתקיימה אצלה הסברה חד־פעמית על־ידי נציגי הסברה הושג שינוי התנהגותי משמעותי לעומת קבוצת הביקורת. החוספת של משוב נורמטיבי־חברתי להסברה זו לא נמצאה אפקטיבית, בניגוד לממצאים במחקרים קודמים. ייתכן שהעובדה שמשקי הבית חולקים תשתית משותפת של אצירת אשפה, מאפשרת תצפית על התנהגות השכנים, יוצרת רצון להידמות לרוב, ומחליפה את הלחץ החברתי שנוצר ממשוב חברתי המופעל על־ידי גורם חיצוני. הסברה פרטנית במשקי בית מסתמנת ככלי אפקטיבי עבור הרשויות, בייחוד באזורים רוויי בנייה, ללא צורך בתוספת לחץ חברתי ממקור חיצוני.

מילות מפתח: הפרדה במקור · התנהגות פרו־סביבתית · מחזור · משוב נורמטיבי · ניהול פסולת

מבוא

סוגיית מיון הפסולת במשקי בית מעוררת בארץ ובעולם עניין רב. מיון הפסולת לרכיביה הוא פעולה הנדרשת כהכנה למחזור או להפקת אנרגיה. המיון יכול להתבצע במקטע העירוני או במקטע החוץ־עירוני של הטיפול בפסולת. הטיפול בפסולת הנוצרת במגזר הביתי ובמגזר העסקי נמצא באחריות הרשות המקומית עד הבאת הפסולת לתחנה הבאה בשרשרת הטיפול. הצלחה במהלך של הפרדת פסולת במקור מתקיימת בתוך המקטע העירוני של הטיפול בפסולת, ועל כן מחייבת שיתוף פעולה ודיאלוג חיובי ויעיל בין הציבור ובין הרשות המקומית [16, 1]. בישראל התקיימו בעשור האחרון מספר מהלכים לקידום הפרדה במקור. דו"ח מבקר המדינה [2] שבדק את המהלך להפרדת הזרם הרטוב, מנה את הכשלים בתקשורת עם הציבור כמרכזיים לתכנון מהלכים דומים בעתיד.

בהשקת מהלך הפרדה במקור, נדרשת הרשות המקומית להטמעת שינויים תפעוליים המחייבים תכנון ארוך־טווח. מקבלי החלטות ברשויות שואפים שהפעולות ההסברתיות יהיו ישימות, מהירות השפעה, ואפקטיביות לאורך זמן, ויניבו ערך כלכלי, סביבתי

וחברתי.

התנהגויות פרו־סביבתיות, ובהן הפרדת פסולת, החלו להיחקר החל בסוף שנות ה־70 [5, 4] והתפתחו ממודלים ליניאריים למודלים מתקדמים, הכוללים גורמים חיצוניים לצד גורמים פנימיים שמתקיימות ביניהם השפעות שונות [20, 12]. מבין ההתנהגויות הפרו־סביבתיות, הפרדת פסולת מתייחדת בכך שאף על פי שאין לה תמריצים, היא בעלת נראות חברתית, יוצרת על הפרט לחץ חברתי, חזקה לתשומת לב תקשורתית. המחקר ההתנהגותי הקשור להפרדת פסולת החל לתעד התערבויות התנהגותיות עם ראשיתן של תוכניות המחזור [8], והשתכלל ככל שהתוכניות נעשו נפוצות, והתפתחו אפשרויות הניתוח הסטטיסטי.

מניתוחי־על מקיפים [9, 21] שסקרו את כל ההתערבויות ההתנהגותיות ב־25 השנים האחרונות נמצאו ארבע קבוצות גורמים המעצבים התנהגות הפרדת אשפה:

- גורמים אישיתיים** – מערכת הנורמות וערכים המוסריים של הפרט;
- גורמים חברתיים** – מערכת החוקים והנורמות החברתיות שיוצרים לחץ חברתי על הפרט;

על קצה המזלג

- * הפרדת הפסולת העירונית לסוגיה השונים היא חוליה קריטית בצמצום כמות הפסולת המוטמנת.
- * הפרדה במקור של סוגי הפסולת מחייבת שיתוף פעולה של משקי הבית, שהשגתו מצריכה שימוש בכלי מדיניות יעיל.
- * הגופים האמונים על איסוף הפסולת ומחזוריה משקיעים משאבים רבים בפעולת חינוך והסברה, אך עומס של פעילויות ההסברה אינו מביא בהכרח לתוצאות היעילות ביותר.
- * המחקר מראה שפעולת הסברה ישירה, שנעשית פנים־אל־פנים, מדלת לדלת, מביאה לתוצאות הרצויות.
- * המחקר נערך בסביבה עירונית צפופה (בבנייני מגורים שתשתית איסוף האשפה בהם משותפת), ומכיוון ששיעור ניכר מאוכלוסיית ישראל חיה באזורים אלה, למאמר יש משמעות נרחבת.

המערכת

ג. **ידע** – ידע על אודות סוגיית הפסולת ועל אודות ההתנהגות המבוקשת;

ד. **גורמים חיצוניים** – גורמים שאינם בשליטת הפרט, כמו זמינות תשתיות, תמריצים כלכליים ומאפיינים חברתיים־דמוגרפיים. משפט המחקרים בתחום עולה כי התערבויות המתבססות על אסטרטגיית המשוב החברתי נמצאו כאפקטיביות ביותר מבחינת עיצוב ההתנהגות. הן קשות ויקרות ליישום, אולם עם השימוש ההולך וגובר באמצעי תקשורת דיגיטליים הן נעשות שימושיות יותר. מבחינת שיקולי מהימנות נמצא ששיטות מחקר המבוססות על שאלוני הערכה עצמית אינם אמינים. מחקרים המסתמכים על סקרי הרכב פסולת מציגים את התוצאות המהימנות ביותר, אך ביצועם דורש משאבים רבים יותר, ועל כן ממעטים להשתמש בהם. מחקר מרכזי בתחום^[17] בדק באמצעות מדידת הרכב הפסולת בזמן אמת השפעה של התערבויות פשוטות על הפרדת פסולת. המחקר הוכיח שמידע על אודות התנהגות השכנים משפיע יותר מאשר ידע אישי על חשיבות סוגיית המחזור ואף יותר ממערך הערכים

והנורמות האישיות. השדה המחקרי דל גם בהתייחסות לסביבות עירוניות צפופות. מספר מצומצם של מחקרים^[12, 22] וניתוח־על שהתבצע בשנה האחרונה^[13] מעידים על כך שמשקי בית בבנייני מגורים מרובי דירות מגיבים באופן שונה ממשקי בתים המתגוררים בבתים צמודי קרקע, ושהשפעתם של גורמים חברתיים מתחזקת ככל שאזורים הנבדקים עירוניים צפופים באופיים.

בישראל היחידה המשפחתית מסתמנת כגורם חשוב וכצומת חברתי חשוב להשפעה בין־דורית^[10] על אימוץ התנהגות פרט־סביבתית, ומכאן החשיבות בפיתוח כלי הסברה יעילים הפונים ליחידות משפחתיות בסביבה עירונית גם בישראל. אף על פי שהרשויות מכירות בכך שהירתמות הציבור קריטית להצלחתם, המהלכים להפרדה במקור לוקים בחוסר תכנון ארוך־טווח ובמאמץ שמכוון לפעילות חד־פעמית בתקופת ההשקה, ללא פעילות לשימור התנהגות וללא מנגנוני הערכה ומדידה^[2].

מטרת המחקר הייתה לקבוע מהי התערבות אפקטיבית עבור משקי הבית בבנייני מגורים מרובי דירות, שתוביל לאימוץ התנהגות של הפרדת פסולת נכונה ויעילה בזמן קצר ובאופן שישיע לטווח זמן ארוך.

שיטות וחומרים

ניסוי שדה שהתקיים בשכונת מרום־נווה ברמת־גן בדק היענות של משקי בית להפרדת פסולת אריזות. הניסוי השתלב כחלק ממהלך עירוני, והחל עם הצבת הפחים הכתומים לפסולת אריזות ממוינת. הניסוי השווה שלוש התערבויות התנהגותיות המהוות פנייה לתושבים לאמץ הרגלי הפרדת פסולת אריזות: למשקי בית בקבוצת הביקורת הונח עלון מידע בפתח הדירה, לקבוצה השנייה נמסר מידע באמצעות הסברה פרטנית על־ידי נציגי הסברה במשק הבית, ולקבוצה השלישית נוסף להסברה הפרטנית גם משוב חברתי בעזרת הודעת SMS.

- במחקר זה פותחה מתודולוגיה הנותנת מענה לאתגרים הבאים:
- א. שיוך שקיות אשפה למשק בית ספציפי בבניין מרובה דירות
 - ב. מעקב אחר התנהגות הפרדה בשני פחים במקביל בעזרת שקיות בצבעים שונים
 - ג. דגימת פסולת תוך שימוש ב"ספירת התנהגויות" כמדד להיענות
 - ד. שקילות פריטים להערכת איכות הפרדה לפי פרוטוקול תואם להסכם הרשויות עם תאגיד תמיר^[3]
 - ה. מעקב בציר זמן אחרי ההתנהגות הקבוצתית והפרטנית
 - ו. משוב חברתי קל ליישום לרשות מקומית באמצעות הודעת SMS
 - ז. בדיקת משתנים מתערבים בנתוני הרקע של משתתפי המחקר. האתגרים קיבלו מענה באמצעות ניסוי השדה שהשתלב במהלך עירוני שביצעה עיריית רמת־גן בשיתוף תאגיד תמיר, ליישום חוק האריזות. המחקר התבצע בשמונה בניינים רבי־קומות הכוללים



לצורך מעקב אחר התנהגות ההפרדה של משקי הבית חולקו למשתתפים בניסוי שקיות בשני צבעים

חדר אשפה משותף בכל בניין. בכל אחד משמונת הבניינים מתגוררות 28–48 משפחות, סך הכול כ־300 משקי בית. משקי הבית נחלקו לשלוש קבוצות מחקר על פי בנייני המגורים כדי למנוע העברת מידע באקראי בין שכנים המתגוררים בסמיכות. לכל אחת מהקבוצות סופק מידע באחת הצורות:

קבוצת הביקורת – משקי הבית בקבוצה זו נחשפו למידע באמצעות ערכת הסברה שכללה הסברים מודפסים ושתי חבילות של שקיות בשני צבעים, כפי שפורט לעיל. הערכה נתלתה על ידית הדלת.

קבוצת "מידע" – בקבוצת משקי בית זו ביקר נציג עירוני בשבוע שקדם להצבת פחי האריזות. תוכנית ההסברה כללה כ־15 דקות שבמהלכן נמסר מידע מפורט על סוגי הפסולת שיש למיין לפח הכתום (פח האריזות, שנאספות ומטופלות על־ידי תאגיד תמיר),

ופריטים שאין להשליך לפח זה. בסיום מסירת המידע התבקשו בני הבית להצטרף למחקר, ואם הביעו הסכמה, התבקשו לענות על שאלון שעסק בנתוני רקע של משק הבית. למשקי הבית נמסרו שני מארזי שקיות אשפה מסומנות במספר מקודד לצורך זיהוי משק הבית ולשמירת אנונימיות. שקיות בצבע ירוק יועדו לפסולת ביתית מעורבת שאינה ממוינת, ושקיות כתומות יועדו לפסולת אריזות בלבד. התושבים התבקשו להשליך את השקיות למכלי האצירה בהתאם לצבע: שקית אריזות כתומה לפח הכתום ושקית ירוקה לפח ירוק.

קבוצת "מידע משוב" – משקי בית הנמנים על קבוצה זו נחשפו לתוכנית הסברה זהה לקבוצת ה"מידע". כמו כן, נשלחו למשקי הבית במהלך התקופה משובים חברתיים בעזרת הודעות טקסט. המשוב נועד ליצור לחץ חברתי ולקבע את פעולת הפרדת הפסולת כנורמה חברתית. המשוב החברתי נוסח בצורה אחידה והתייחס לתוצאות הדגימה האחרונה של פסולת הדיירים בבניין. לדוגמה: "דיירי הבניין שלכם ממיינים פסולת! אנו שמחים לשותף כי בסבב הראשון של דגימות הפסולת נמצא ש־70% מהאריזות מוינו באופן תקין. זהו הישג מרשים ביחס לבניינים אחרים! אריזות אלו הועברו למתקן מיון למחזור ובכך נמנעה הטמנתן. כדאי להמשיך ולמיין! לכל הדירות המשתתפות חודש היום מלאי השקיות. אם יש בקשה לשקיות נוספות, אנא צרו קשר עם המוקד העירוני. בברכה ובתודה, צוות אגף שפ"ע".

במהלך תקופת הניסוי נשלחו שני משובים לקבוצת "מידע ומשוב". הראשון נשלח לאחר שלושה שבועות, והשני שבעה שבועות מתחילת הניסוי.

המוקד העירוני ריכז פניות ושאלות תושבים, והן הועברו לצוות המחקר כדי לצמצם במידת האפשר את התערבות החוקרים.

מייד עם השלמת ההסברה הציבה העירייה את הפחים הכתומים לפסולת אריזות, והמעקב אחרי התנהגות התושבים החל. הניסוי נמשך 20 שבועות, ובמהלכו התקיימו ארבע דגימות שנמשכו שבעה ימים רצופים (פסולת של יום שבת נדגמה ביום א') עבור כל משק בית בנפרד כדי לקבל תמונת פסולת שבועית משני סוגי הפחים: הפח הירוק לפסולת מעורבת והפח הכתום לאריזות. אחת לשבועיים חודש מלאי השקיות לכל המשתתפים.

מהלך הניסוי מפורט ב**טבלה 1**.

מכיוון שלא כל הדיירים בבניינים הנבדקים הצטרפו למחקר, הופרדו מדי בוקר שקיות המחקר (המקודדות) מתוך כלל הפסולת, והוסעו לתחנת הדגימה. הרכב העירוני שהוקצה למשימה זו לא כלל דחסן, כדי שתמונת הפסולת תישמר עד לדגימה. שקיות האשפה נשקלו, ולאחר מכן מרכיביהן מוינו, נשקלו ונספרו בנפרד.

ספירת פריטי האריזות היא מתודולוגיה שלא תוארה במחקרים קודמים. יתרונה של הספירה לעומת שקילה הוא התעלמות מהמשקל או מנפח פריטי הפסולת ומתן התייחסות זהה לכל פריט

טבלה 1. תיאור מהלך הניסוי לפי שבועות

זמן בשבועות	קבוצה 1: ביקורת	קבוצה 2: מידע פרטני במשקי בית	קבוצה 3: מידע פרטני ומשוב חברתי
t=0	- פריסת פחים כתומים - מידע באמצעות "תלי דלת" - חלוקת שקיות מסומנות	- פריסת פחים כתומים - מידע באמצעות "תלי דלת" - חלוקת שקיות מסומנות - מילוי שאלון חברתי־דמוגרפי	
t=1	דגימה 1	דגימה 1	דגימה 1
t=3			משוב 1
t=4	דגימה 2	דגימה 2	דגימה 2
t=7			משוב 2
t=10	דגימה 3	דגימה 3	דגימה 3
t=20	דגימה 4	דגימה 4	דגימה 4

אריזה, למשל: שקית שמשקלה כ־10 גרם זהה למכל מרכז כביסה בנפח 4 ליטר שמשקלו כ־200 גרם. במקביל תועדו גם נתוני המשקל.

תוצאות

בניסוי נטלו חלק פעיל 120 משקי בית: 37 בקבוצת הביקורת, 29 בקבוצת ה"מידע" ו־54 בקבוצת ה"מידע ומשוב". **נספח 1** (באתר כתב העת) מתאר את המאפיינים החברתיים־דמוגרפיים של אוכלוסיית המחקר.

מדד היענות לאימוץ התנהגות הפרדת פסולת

המשתנה שמבטא את היענות משקי הבית לאימוץ התנהגות הפרדת פסולת הוא אחוז האריזות הממוין מתוך מספר האריזות הכללי שמייצר משק הבית. מדד זה מסתמך על ההנחה שכל השלכת פריט פסולת היא התנהגות יחידה, והפרט בוחר אם להפריד את פריט האריזה מהפסולת הכללית. מספר האריזות שהופרדו ונמצאו בשקיות הכתומות לעומת מספרן הכולל בשני סוגי השקיות מבטא למעשה מדרג התנהגותי. **איור 1** מתאר את ההיענות של משקי הבית להפרדה לאורך הניסוי.

לתוצאות נערכו מבחנים סטטיסטיים, ונמצא שבכל הדגימות קיים הבדל מובהק ($p < 0.001$) בין קבוצת הביקורת לשתי הקבוצות האחרות שקיבלו מידע מנציג הסברה, אולם לא נמצא הבדל מובהק בין קבוצת ה"מידע ומשוב" לקבוצת ה"מידע". כמו כן, לא נמצאה מגמה מובהקת של עלייה או ירידה לאורך תקופת הניסוי באף אחת

מהקבוצות. התוצאות מצביעות על כך שמתן מידע באמצעות מגע אנושי הוא התערבות אפקטיבית. הוספת משוב לא יצרה אפקט משמעותי.

מדד איכות ההפרדה

המדד השני לאימוץ התנהגות נכונה הוא איכות ההפרדה, שנקבעה בהתאם לאחוז המשקלי של מרכיבי הפסולת שאינם אריזות (המכונה "זיהום") המצוי בשקיות הכתומות. ככל שמשקלו היחסי של ה"זיהום" גבוה יותר, איכות ההפרדה נמוכה יותר.

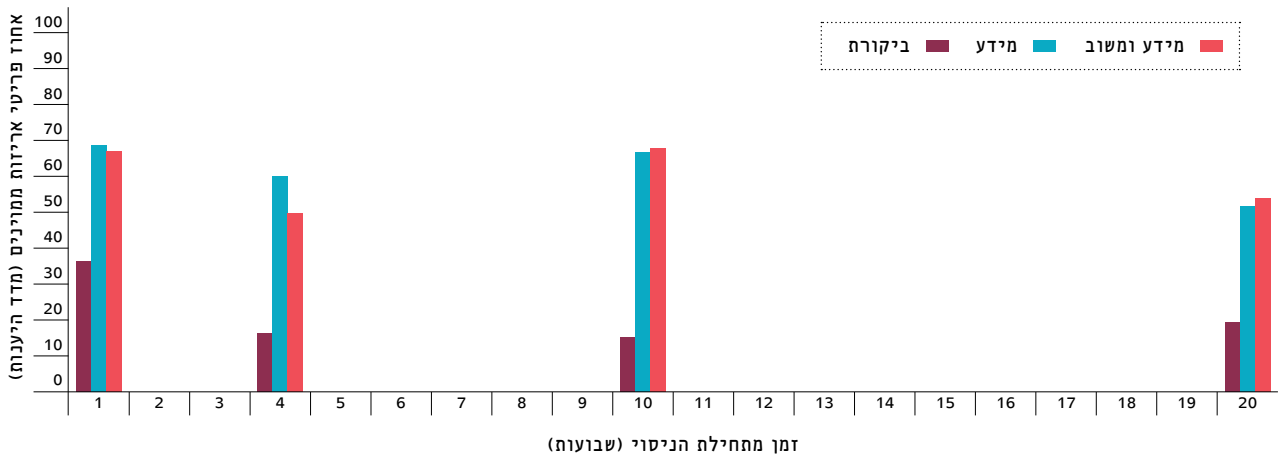
באיור 2 ניתן לראות שבקבוצת הביקורת שיעור ה"זיהומים" הוא בטווח של 52–69%, כלומר, המאמץ להפריד את האשפה אינו מניב הפרדה איכותית. קבוצת ה"מידע" וקבוצת ה"מידע ומשוב" הגיעו לאיכות הפרדה טובה, ומשקל ה"זיהום" המסומן בגרף קרוב ל־20% כבר בשבוע הראשון. הן אף השתפרו בשבועות הבאים. גם באיכות ההפרדה קיים הבדל מובהק ($p < 0.001$) בין קבוצת הביקורת לשתי הקבוצות האחרות. גם כאן לא נמצא הבדל מובהק בין קבוצת ה"מידע" לקבוצת ה"מידע ומשוב", ולא נמצאה מגמה מובהקת של שינוי לאורך תקופת הניסוי.

בבדיקת משתנים מתערבים לא נמצא קשר בין המאפיינים החברתיים־דמוגרפיים של המשתתפים, ובין מדדי ההתנהגות. בבדיקת הקשר בין ההתנהגות ובין מודעות סביבתית קודמת נמצא מתאם ביוני בין הרגלי התנהגות קודמים והפרדת פסולת, אך לא נמצא קשר בין ההתנהגות ובין תפיסה סביבתית חיובית, ידע קודם ותפיסת הנורמה החברתית.

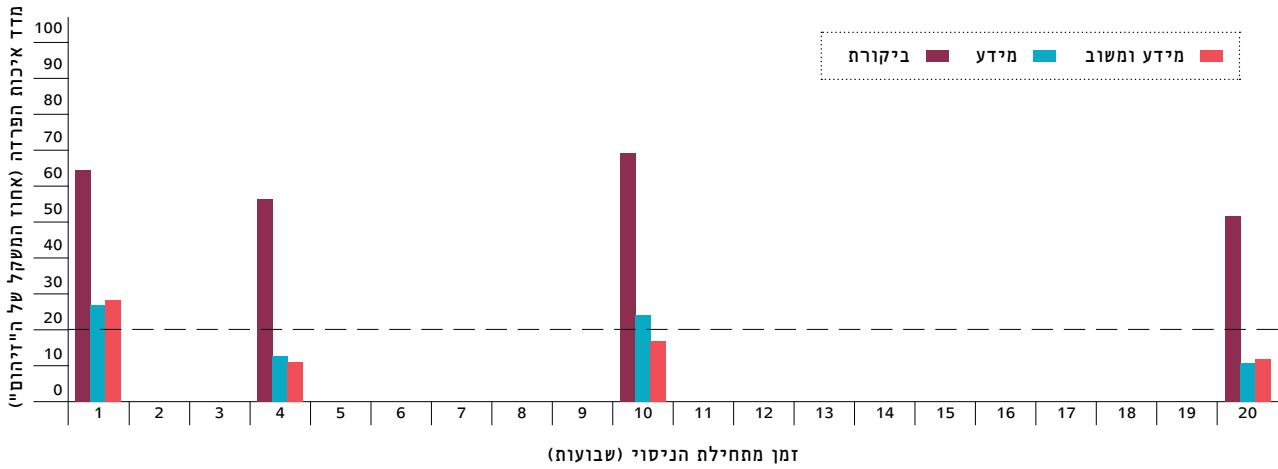
דיון ומסקנות

מהלך להפרדת פסולת דורש מהרשות המקומית משאבים ומאמצים ^[7] המכוונים להביא את התושבים לשינוי התנהגותי מהיר שיימשך פרק זמן ארוך ושיניב תועלת כלכלית. במקרה של הפרדת אריזות שאיפה זו מתורגמת לכך שהתושבים יסיטו כמה שיותר פסולת אריזות מהפח המעורב, שהפסולת המופרדת תכיל כמה שפחות מוצרים שאינם אריזות, ושהציבור יתמיד בהתנהגות המבוקשת. במחקר זה נמצא שההתערבות שמשיגה את התוצאות הטובות ביותר היא הסברה באמצעות נציגי הסברה עירוניים בתוך משק הבית. בשני המשתנים שנבדקו על ציר הזמן ההסברה הפרטנית היא אפקטיבית, ומשתמרת לאורך 20 שבועות לפחות.

התוצאות הצמודות של קבוצת ה"מידע" וקבוצת ה"מידע ומשוב" אינן מתיישבות עם מחקרים קודמים ^[14, 15, 19] שהראו כי משוב חברתי אפקטיבי יותר ממסירת מידע. הסבר אחד עשוי להתיישב עם עדויות לכך שאוכלוסיות בעלות רמת השכלה גבוהה מהממוצע (62% לפחות בעלי השכלה על־תיכונית) נתונות פחות להשפעת לחץ חברתי ^[6]. הסבר אחר, שמוצע לראשונה במחקר זה, הוא שלמאפיינים הפיזיים של אזור המחקר – במקרה זה חדר

איור 1. מדד היענות משקי בית להפרדת פסולת – ספירת פרטי אריזות**איור 2. מדד איכות הפרדת פסולת אריזות (אחוז משקל ה"זיהום")**

על פי ההסכם בין הרשויות המקומיות ותאגיד תמיר ^[13], היעד של הרשות הוא להגיע לאיכות הפרדה כזו שמשקל מרכיבי הפסולת שאינם אריזות, אינו עולה על 20% (סף המסומן בקו מקווקו).



המשוב ידוע בספרות המקצועית גם כהֶנְד (nudge), שמשמעותו דחיפה קלה המעודדת התנהגות מבוקשת, ונתפס כגורם משמעותי בעיצוב התנהגות פרו־סביבתית. "דחיפות קלות" הן תחום מחקרי הקשור לכלכלה התנהגותית, ולאחרונה נעשה תחום מחקרי ענף. המחקר הנוכחי עשוי להוות בסיס להבנת התנהגות אזרחים באזורים רוויי־בנייה ולאכיון הדחיפות הנדרשות לאוכלוסייה המתגוררת במרחבים עירוניים צפופים. העובדה שלחץ חברתי חיצוני שהופעל על התושבים לא השפיע, וכן העובדה שלא נמצאו הבדלים בין

אשפה משותף – יש השפעה. מחקר חדש מלמד שהגורם החברתי מתחזק ככל שהאוכלוסייה צפופה ^[18], אולם מציין שלחץ חברתי אינו בהכרח חיצוני. נראה, שכאשר התנהגות השכנים גלויה, מתאפשר לדיירים ללמוד ממראה הפחים על אופן הקבלה של קמפיין ההסברה בבניין. במקרה שההיענות גבוהה, הנורמה החברתית מתקבעת כך שהפרדת פסולת נתפסת כחיובית, ומשפיעה יותר מהודעה שנשלחה על־ידי מקור חיצוני. גם דיירים שהמוטיבציה שלהם נמוכה, נוטים להצטרף להתנהגות המתפרשת כהתנהגות נורמטיבית חיובית.

משקי בית שיש בהם ילדים ונוער שנחשפו לפעילויות הסברה במוסדות חינוך, בתנועות נוער ובאירועים עירוניים, למשקי בית בלא ילדים, מחדדת את הצורך להתמקד בפעילויות הסברה ישירה בתוך משקי הבית באופן מתוכנן ומושכל. לאחרונה סומנו משק הבית והמשפחה בישראל כצומת חברתי חשוב להשפעה בין־דורית ^[10], ויש חשיבות לכלי הסברתי יעיל הפונה ליחידות משפחתיות שיהיה שימושי עבור רשויות עירוניות וצפופות, כפי שמתואר במחקר זה. בהמשך המחקר פותח כלי ששקלל מאפייני התנהגות נוספים, כמו התמדה ועקביות, במטרה לקבוע תמהילים שונים לפעילויות הסברה במשקי הבית בהתאם למאפיינים חברתיים ברשות. כלים אלה יסייעו למקבלי החלטות ברשויות להימנע מפעולות שמוסיפות עומס תפעולי, אך אינן יעילות ואינן מניבות תועלת.

תודות

תודות מקרב לב והערכה רבה לעיריית רמת־גן ולצוות אגף שפ"ע שתמך בניסוי המתואר במאמר, וסייע להוציאו לפועל, בייחוד למנהל האגף מר ראובן שמר ולגב' דנה זיו מנהלת מדור הפרדת פסולת. כמו כן, תודה מעומק הלב לגב' נירית אבנימלך על ניתוחים סטטיסטיים "מחוץ לקופסה".

המחקר אושר על־ידי ועדת אתיקה לניסויים בבני אדם, אוניברסיטת חיפה אישור מס' 391/17, נוב' 2017.

הלכה למעשה

הכנסת פחים כתומים לרשות מקומית דורשת משאבים מצד תמיר וכן מצד הרשות, וללא המחויבות, הרצון ושיתוף פעולה של הרשות והתושבים – קשה להצלח. על הליך הפינוי אחראית הרשות, על המימון אחראית תמיר, ואילו ההשקעה בהסברה משותפת לתמיר ולרשות. להערכתנו רק אחת מכל שש משפחות משליכה אריזות לפח הכתום. לצערנו אנחנו לא רואים השפעה לטובה מקיומו של חדר אשפה משותף, אפילו ברשויות חזקות שהתקיימה בהן פעילות הסברה מאומצת. ברוב היישובים בארץ משפחות שהפרידו בתחילת הדרך ממשיכות להפריד אריזות גם עתה,

מקורות
ראו באתר כתב העת.

המלצות לקריאה נוספת
ספר העוסק בקשר בין דרכים שונות לתקשורת, השתתפות ציבורית ומקומם של מקבלי החלטות בנושאים סביבתיים המחייבים התנהגות פעילה של הציבור.
Depoe SP, Delicath JW, and Elsenbeer M-FA. 2004. Communication and public participation in environmental decision making. Albany (NY): SUNY Press.

ספר המתאר שימוש באלמנטים מתחום הכלכלה ההתנהגותית והשיווק החברתי לשם בניית מערך הסברה יעיל.
McKenzie-Mohr D. 2011. Fostering sustainable behavior: An introduction to community-based social marketing. New society publishers.

ספר הפורס תובנות לגבי הבנת מנגנוני התנהגות ואיך ניתן לחבר תאוריות כלכליות ופסיכולוגיות לטובת איכות חיים טובה יותר. תיילר ר"ה וסאנסטיין ק. 2020. דחיפות קלות: איך לשפר את ההחלטות שלכם הנוגעות לבריאות, לעושר ולאושר. הוצאת מטר.

מסמך המסכם את הקשר בין המקורות הללו לפרקטיקות יישומיות לגיוס תושבים להפרדת פסולת במקור.
פלדמן י, פרז א ושמואל־סידי ק. 2014. הסדרת המחזור במשק הביתי: מחקר אמפירי של ההיבטים הדמוגרפיים וההתנהגותיים של מדיניות מחזור דיפרנציאלית בישראל. מחקרי משפט כ"ט(2): 391–467.

אך משפחות חדשות כמעט לא מצטרפות. דווקא במועצות אזוריות ומקומיות, שחדרי אשפה משותפים נדירים בהן, שיעור הפרדת האריזות גבוה, וזאת בזכות השילוב של שיתוף פעולה בהסברה ובהנגשת הפח כמרכיב משמעותי, יחד עם תרבות קהילתית וחיבור לסביבה. הנעת תושבים לשינוי התנהגות ולהפרדת פסולת במקור (בבית) מרצון היא אתגר משמעותי. אנו עמלים כל העת למצוא דרכים נוספות לעודד את התושבים להצטרף למהפכת המחזור בישראל.

רני איידלר,
מנכ"ל תמיר

הכדאיות הכלכלית של הרחבת חוק הפיקדון למכלי המשקה הגדולים – ההשפעה על המשק הישראלי וחלוקת הנטל

דורון לביא ^[1, 2] * ורועי ציגלמן ^[2] **
^[1] המכללה האקדמית תל חי
^[2] קבוצת פארטו
* doron@pareto.co.il
** roit@pareto.co.il

חבילת בקבוקי שתייה דחוסים במתקן מחזור. במחקר נמצא שמבחינה כלל־משקית הרחבת חובת הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים כדאית למשק | צילום: Grendelkhan, Wikimedia, CC BY-SA 4.0

גילוי נאות: מחקר זה נערך בעבור המשרד להגנת הסביבה.

תקציר

חוק הפיקדון על מכלי המשקה התשנ"ט-1999 (להלן "חוק הפיקדון") הטיל חובת פיקדון על בקבוקי המשקה הקטנים הנמכרים בישראל. בשנת 2010 תוקן החוק כך שפֿלל יעדי איסוף בקבוקים בעבור בקבוקי המשקה הגדולים, המתבססים על איסוף וולונטרי. על פי דיווחי תאגיד אל"ה, המייצג את היצרנים והיבואנים של המשקאות בישראל, התאגיד לא עמד ביעדי האיסוף שנקבעו בתיקון לחוק. לפיכך, בסמכות השרה להגנת הסביבה לקבוע כי חובת הפיקדון תורחב באופן מידי בעבור בקבוקי המשקה הגדולים. החלטה זו מהותית מבחינת העלות והתועלת הצפויות למשק, וגם מבחינת ההשפעה על בעלי עניין רבים המושפעים ממנה.

מטרת מאמר זה היא לבחון את ההשפעות הכלכליות הצפויות מהרחבת חובת הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים בישראל. בניגוד למחקרים ולניתוחים אחרים שנעשו בנושא זה, הניתוח הנוכחי כולל את ההשפעות המשקיות הרוחביות, הכוללות את כלל העלויות ביישום החוק המורחב, אך גם את התועלת הצפויה בעקבות היישום. פרט לניתוח ההשפעה המשקית, נבחן גם אופן ההשפעה על הגורמים השונים המושפעים מהמהלך. מהניתוח עולה כי בטווח הקצר מאזן התועלת המשקי נטו (עלויות לעומת תועלת) עקב הרחבת חובת הפיקדון קרוב להיות מאוזן, אך קיים הבדל משמעותי בשיעורי האיסוף – 54% ללא חובת פיקדון (איסוף וולונטרי) לעומת 71% שיש עליהם חובת פיקדון. בניתוח עלויות המתבסס על מצב תאורטי של שיעורי איסוף זהים – שיעור התועלת נטו למשק עקב חובת הפיקדון עולה ל-3 מיליון ש"ח. התועלת מוסברת בעיקר בהפחתת עלויות הטיפול ממערך הטיפול העירוני, בהפחתת ההטמנה ובשיפור בניקיון שטחי הציבור. בטווח הארוך, המוגדר לפי יכולתם של הגורמים לשנות את תהליך האיסוף והטיפול ולהתאימו לכמויות המעודכנות, מבנה העלויות של כלל הגורמים צפוי להשתנות, והתועלת עתידה לצמוח ל-25 מיליון ש"ח, בעיקר בשל הפחתת עלויות הטיפול לקמעונאים.

בחינה של חלוקת העלויות בין הגורמים השונים עקב הרחבת חובת הפיקדון מראה כי צפוי שינוי חיובי בעבור צרכני המשקאות, האספנים הקטנים והרשויות המקומיות. לעומת זאת, רשתות השיווק, המחויבות לפי חוק לקלוט את המכלים מהצרכנים – צפויות לספוג עלויות גבוהות, המוערכות בכ-77 מיליון ש"ח. תוצאות הניתוח מראות כי על הממשלה לפעול וליישם את הרחבת חובת הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים כדי להגדיל את רווחת הציבור הישראלי. השפעות נוספות, כגון הקטנת ההשלכה בשטחים פתוחים, חינוך הציבור והפגיעה בנראות, אשר לא כומתו בעבודה זו, צפויות לחזק מסקנה זו.

מילות מפתח: הפרדה במקור · מחזור · ניתוח עלות־תועלת

רקע

באוקטובר 2001 נכנס לתוקפו חוק הפיקדון על מכלי המשקה, התשנ"ט–1999 (להלן: "חוק הפיקדון"). לחוק מספר מטרות: הקטנת כמות הפסולת המוטמנת והנזק הסביבתי הנגרם מההטמנה, שיפור רמת הניקיון המרחב הציבורי והגברת המודעות הסביבתית של הצרכן הישראלי^[4]. במסגרת החוק, הוטלה חובת גביית פיקדון בסך של 30 אג' (במקור 25 אג') בעבור מכלי משקה שקיבולתם קטנה מ־1.5 ליטרים. במסגרת זאת, כל צרכן משקאות מחויב בתשלום פיקדון הניתן להחזרה עם השבת מִכָּל המשקה הריק. בחקיקה זו

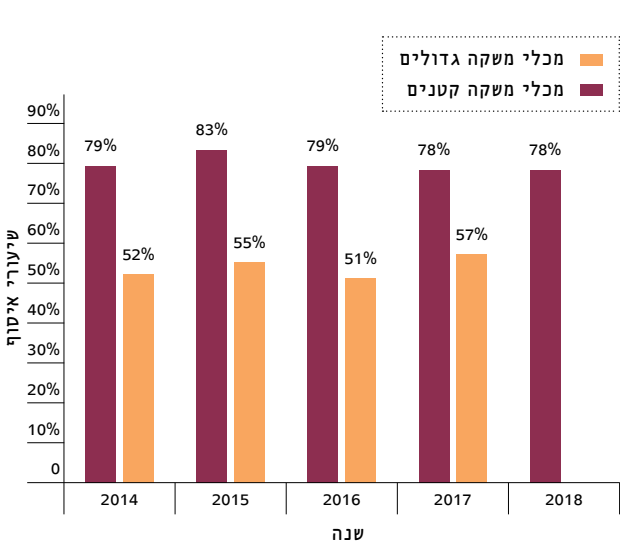
הוחרגו מכלי משקה בעלי קיבולת של ליטר וחצי ומעלה (להלן: "מכלי משקה גדולים") ונקבע עבורם איסוף וולונטרי (באמצעות כלובי הבקבוקים). בתיקון לחוק משנת 2010 נקבע יעד השבה וולונטרי למכלי המשקה הגדולים, שהלך וגדל עד ליעד של 55% איסוף מסך הבקבוקים הנמכרים החל בשנת 2016. חובת האיסוף הוטלה על היצרנים והיבואנים, שתאגיד המחזור אל"ה נמצא בבעלותם. יעדים אלה נמוכים משמעותית מהיעדים הקיימים במדינות העולם, שמגיעים עד ל־90%. במקביל לתיקון חוק הפיקדון, חוקק בשנת 2011 החוק להסדרת הטיפול באריזות (התשע"א–

2011, להלן "חוק האריזות") שמסדיר את הטיפול בשאר סוגי פסולת האריזות, ובין היתר מתייחס גם אל מכלי המשקה הגדולים.

בתיקון לחוק הפיקדון נקבע כי אם היצרנים ויבואני המשקאות לא יעמדו ביעד האיסוף הוולונטרי, תוטל חובת גביית פיקדון על מכלי המשקה בקיבולת של 1.5 ליטר ומעלה. החל בשנת 2016 עורך המשרד להגנת הסביבה ביקורת על הנתונים שמגיש לו תאגיד המחזור אל"ה. דו"ח הבקרה לשנת 2016 קבע כי שיעור איסוף המכלים הגדולים עמד על 51%, כלומר אי־עמידה ביעד האיסוף. נתוני 2017 מצביעים על איסוף של כ־57% מסך מכלי המשקה, וזהו הנתון הזמין האחרון. יש לציין כי קיימים חילוקי דעות הנוגעים לנתונים המבוקרים והרשמיים של המשרד להגנת הסביבה, וישנם גורמים הטוענים כי שיעור האיסוף בפועל נמוך עוד יותר. מכלי המשקה הקטנים, עד ליטר וחצי, שמוטל עליהם פיקדון כבר כמעט 20 שנה, נאספים באופן עקבי בשיעורים גבוהים של 83%–78. שיעורי האיסוף מוצגים ב**איור 1**.

בחודש אוקטובר האחרון הכריזה השרה להגנת הסביבה, גילה גמליאל, על הרחבת חובת הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים, וזאת לנוכח חוסר העמידה ביעדי האיסוף של 55% בשנת היעד (2016) בהתאם לתיקון לחוק הפיקדון משנת 2010. להחלטה זו השפעה רבה על מספר רב של גורמים במשק הישראלי, ובראש ובראשונה על צרכן המשקאות הישראלי בפרט ועל הציבור הישראלי בכלל. הצורך בהגדלת שיעורי האיסוף של המכלים הגדולים מהותי, ונובע לא רק מכמות הפלסטיק שבכל מִכָּל, אלא בראש ובראשונה מנפח

איור 1. שיעורי איסוף מכלי משקה לפי גודל
נתונים בדבר שיעור איסוף מכלי משקה קטנים מבוססים על נתוני המשרד להגנת הסביבה^[1]. הנתונים בדבר שיעור איסוף מכלי משקה גדולים לשנים 2014–2018 מבוססים על נתוני אל"ה לאחר בקרה של המשרד להגנת הסביבה^[6,3].



ההטמנה של המכלים הגדולים. על בסיס הערכות ומגמות נוכחיות – חלקם של מכלי המשקה גדולים מסך מכלי המשקה הנמכרים צפוי לעמוד בשנים הקרובות על כ־36% בלבד. עם זאת, בבחינת שיעור משקלם בסך משקל הפלסטיק המיוצר לטובת מכלי משקה, חלקם היחסי עולה ל־65% – ובבחינת נפחי ההטמנה הנדרשים, מדובר על כ־75% מנפחי ההטמנה של מכלי משקה הנמכרים בישראל.

מטרת מחקר זה היא לבחון את ההשפעה המשקית הכוללת של הרחבת חוק הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים לצד הקטנים, במטרה לבדוק אם החלטה זו תיטיב עם צרכני המשקאות. בחינה זו אינה כוללת רק את העלויות הישירות המוטלות על הציבור הישראלי, אלא גם את העלויות החיצוניות הכלולות בשיטות האיסוף השונות. הבחינה היא תוספתית, ונכללות בה העלויות בעבור מכלי המשקה הגדולים בלבד. כמו כן נבחן אופן חלוקת הנטל על בעלי העניין השונים, ובהם צרכני המשקאות, היצרנים ויבואני המשקאות, הרשתות הקמעונאיות, הרשויות המקומיות האחראיות על איסוף ועל טיפול בבקבוקים שלא נאספו, וגורמים נוספים.

מבט עולמי: שיעורי איסוף וחוקי פיקדון

במדינות רבות בעולם, בין היתר באיחוד האירופי, באוסטרליה ובארה"ב, מופעלים בהצלחה במשך שנים רבות חוקי פיקדון לטיפול במכלי משקה בכל הגדלים. במדינות אלה בולטת ההפרדה שבין חוקי הפיקדון החלים על בקבוקים ומכלי משקה לבין חוקים נפרדים לחומרי אריזה אחרים. בבחינת התוצאות של חוקי הפיקדון הללו נמצא כי במדינות שהחילו חוק כזה, היקף האיסוף של מכלי המשקה גדל ועמד על 80%–90.

עשר מדינות באיחוד האירופי כבר מפעילות בהצלחה חוק פיקדון (קרואטיה, דנמרק, אסטוניה, פינלנד, גרמניה, הולנד, נורווגיה, שוודיה, איסלנד וליטא). במדינות אלה שיעור האיסוף של מכלי משקה הוא כ־91%^[10]. מדינות נוספות, ובהן בריטניה, צרפת ואוסטריה, צפויות להחיל או הצהירו על כוונתן להחיל חוקי פיקדון בעתיד הקרוב.

בשנת 2019 נסקרו חוקי הפיקדון והאריזות עבור מכלי משקה בעשר מדינות האיחוד האירופי – בחלק מן המדינות חוק הפיקדון הוא חלק מחוק אריזות, ובחלק מדובר בחוק עצמאי. במדינות שמחילות מס על היצרנים אם הם אינם פועלים לאיסוף ולמחזור של מכלי משקה, כמו הולנד ופינלנד, שיעור המס גבוה באופן משמעותי מעלויות איסוף המכלים, וכך נוצר תמריץ לפעול לאיסוף ולמחזור של המכלים ולהימנע מתשלום המס. בכל המדינות הנסקרות במסמך חוק הפיקדון חל על מכלי משקה קטנים וגדולים^[7].

בשנת 1994 פרסם האיחוד האירופי הנחיה מחייבת (Directive) בדבר יעדים למחזור אריזות, ללא הבחנה בין סוגי האריזות השונות ובכללן מכלי המשקה^[11]. מדינות האיחוד אכן הטמיעו את דבר ההנחיה, ופעלו באופן עצמאי להגדלת היקפי המחזור. בעקבות



בקבוקים גדולים בסכר כפר הנשיא שעל נהר הירדן. החלת חוק הפיקדון על בקבוקים גדולים צפויה לשפר את ניקיון השטחים הציבוריים | באדיבות אדם טבע ודין

הגידול בהיקפי פסולת האריזות חלו מספר עדכונים בהנחיה זו. בעדכון האחרון (ביוני 2019) נקבעו יעדים עדכניים למחזור אריזות פלסטיק (ובכללן מכלי משקה עד שלושה ליטרים): עד שנת 2025 ייאספו 77% מכלל המכלים המשווקים, ועד שנת 2029 ייאספו 90% מהם ^[12]. כפי שניתן לראות, יעדי האיחוד האירופי גבוהים לאין שיעור לעומת היעדים הישראליים, הקובעים יעד משוקלל של 65% בלבד בעבור מכלי המשקה קטנים וגדולים. מחקרים רבים שנערכו בעקבות עדכון ההנחיה, מראים את החיסכון הכלכלי הצפוי בשל הגידול בשיעור מחזור מכלי המשקה והעמידה ביעדים כנקבע בהנחיה. נמצא כי הרווח הכלכלי בצרפת יעמוד על כ־48 מיליון אירו בשנה ^[13], ובאוסטריה על כ־120 מיליון אירו בשנה ^[8]. בבריטניה, שבה יצאו בשנת 2019 לשימוע ולתהליך שיתוף ציבור בדבר החלת חוק פיקדון על מכלי משקה, מצאו כי החלת חוק פיקדון מעלה בכ־20% את כמות מכלי המשקה שנאספים למחזור ^[9].

שיטת הבחינה

שיטת הבחינה מבוססת על בחינת העלויות הממוצעות לאורך כל תהליך האיסוף, הטיפול וההעברה למחזור או להטמנה, בעבור מִקְל גדול בודד לפי כל חלופת טיפול. קביעת העלות הממוצעת מחושבת על סמך כל העלויות הישירות (איסוף, טיפול, מיון וכד') וכן עלויות עקיפות, כמו העלויות הסביבתיות בשל הטמנה במקרה שמִקְל לא נאסף. לאחר קביעת עלויות הטיפול הממוצעות למִקְל נקבעו תרחישים שונים לבחינת סך העלות המשקית, שיפורטו להלן. שיטת חובת הפיקדון ושיטת האיסוף והוולונטרי קובעות הלכה למעשה את החלופות האפשריות בעבור טיפול במִקְל משקה גדול. אספנים פרטיים אוספים ידנית מכלים משטחים ציבוריים או מבתי עסק קטנים, ומחזירים אותם בעצמם או דרך רשתות השיווק, הקולטות את מכלי המשקה בקופות ומזכות את המחזיר בדמי הפיקדון. רשתות השיווק ממיינות את המכלים, והתאגיד

נדרש לבצע את שירותי הפינוי. קיימות חלופות איסוף נוספות – למשל דרך בתי מלון ומסעדות, אך מכיוון שמשקי הבית הם אלה שצורכים את מרבית המכלים הגדולים (90%), החלופות הללו לא נכנסו לבחינה. בבחינה השתמשנו בערך עלות ממוצע למִקְל נאסף, כפי שיוצג בהמשך. בעבור המכלים שלא נאספו ומועברים להטמנה, הונחו שתי חלופות: השלכה לפח הירוק (הערכה – 95% מהמכלים שלא נאספים), הכוללת עלויות פינוי פסולת עירוניות, והשלכה בשטחים פתוחים (הערכה – 5% מהמכלים שלא נאספים).

באיסוף הוולונטרי חלופות האיסוף רחבות יותר. נכון לשנת 2017, ועל פי הנתונים שמציג המשרד להגנת הסביבה, רק כ־67% מהמכלים שנאספים הגיעו מהמחזוריות הפזורות במרחב הציבורי. כ־27% מהמכלים שנאספים מגיעים מתחנות המעבר, קרי, לאחר שהושלכו לפח הרגיל ועברו לתחנת המעבר, אספנים מטעם אל"ה מפרידים ואוספים את המכלים. כ־6% נוספים מגיעים דרך הפחים הכתומים, הפזורים ברחבי הארץ על פי חוק האריזות. גם בתרחיש זה, מבין המכלים שלא נאספים, מרביתם מגיעים לפח הירוק (95%) וחלק קטן לשטחים הציבוריים (5%). כלל שיעורי האיסוף והכמויות מוצגים באיור 2.

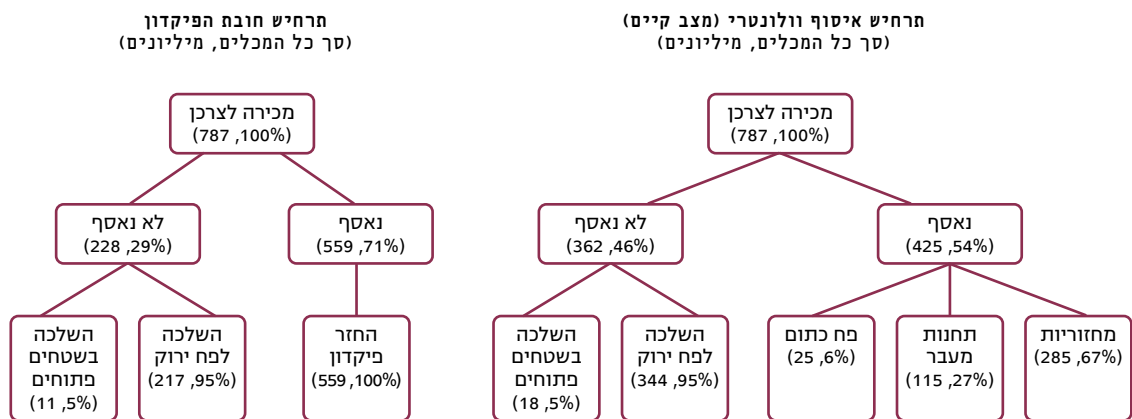
תוצאות – עלות למִקְל לפי התרחישים השונים

איסוף מכלים שחלה עליהם חובת פיקדון
העלות בעבור מִקְל גדול שחלה עליו חובת פיקדון חושבה על בסיס חיבור של עלויות הטיפול במִקְל עם עלויות הקליטה בבית העסק עצמו, וזאת מכיוון שלאחר ההגעה לרשתות השיווק ישנן עלויות כוח אדם ועלויות שטחי המסחר הנדרשים לאחסון. עלויות הטיפול והקליטה מבוססות על ממוצע משוקלל בין הקמעונאים לבין האספנים. על פי חישובנו – עלות הקליטה הממוצעת למִקְל גדול היא 6.5 אג', ועלות הטיפול היא 12.9 אג'. פרט לעלויות הקליטה והטיפול במִקְל, יש להוסיף את העלויות העקיפות, כגון עלויות הנהלה, שיווק, פרסום ועוד. עלות זו מסתכמת בכ־1.2 אג' נוספות. מסך העלות (20.6 אג') החסרנו את התמורה המתקבלת בעבור חומרי הגלם, המסתכמת בכ־3.7 אג' למִקְל. על בסיס חישוב זה העלות הכוללת לטיפול במִקְל שחלה עליו חובת פיקדון עומדת על 16.9 אג' למִקְל ^[5].

איסוף וולונטרי של מכלים

באופן דומה, חושבו העלויות למִקְל בעבור חלופות הטיפול הנוספות. בעבור **האיסוף הוולונטרי** הובאו בחשבון עלויות התפעול וההון של מערך המחזוריות הארצי. לכך נוספה עלות ההסברה השנתית וכן העלות האלטרנטיבית לשטח שתופסת המחזורית, עלות שחושבה על בסיס תחשיב הקשור לתעריף שעת חנייה ממוצע. עלויות **הפח הכתום** חושבו על בסיס סכימה של עלויות הפינוי, הסילוק, האצירה והאחזקה של הפחים. לכך נוספו עלויות עקיפות נוספות והערך החלופי של שטח הפחים.

איור 2. חלופות טיפול למִקְל, לפי תרחיש



הרחבת חובת הפיקדון קרוב להיות מאוזן, אך ההבדל המשמעותי הוא בשיעורי האיסוף – 54% ללא חובת פיקדון (איסוף וולונטרי) לעומת 71% שחלה עליהם חובת פיקדון. בבחינה של שיעורי איסוף זהים (71% עם איסוף וולונטרי) – שיעור התועלת נטו למשק בשל חובת הפיקדון עולה מעט ל־3 מיליון ש"ח.

כניסת מכונות טיפול אוטומטיות

הניתוח שהוצג להלן מתבסס על מבנה העלויות הנוכחי בקרב הגורמים השונים בתהליך האיסוף. עם זאת, יש לזכור כי הרחבת חובת הפיקדון תגדיל משמעותית את היקף המכלים המגיעים דרך רשתות השיווק, ואלה בתורן צפויות לפעול להפחתת עלויות הקליטה למִקְל בסניף. פעולות אלה דורשות זמן להיערכות ולהטמעה, ועל כן השפעתן צפויה בטווח שאינו מיידי. השיטה העולמית הנפוצה לצמצום עלויות היא הכנסה של מכונות אוטומטיות לסניפי הרשתות, מאחר שהיא מורידה את שעות העבודה הנדרשות לטיפול במכלים, ובעיקר מאפשרת דחיסה של פלסטיק ומתכת (ובמכונות מסוימות, אף גריסת זכוכית), המקטינה משמעותית את שטחי האיסוף הנדרשים בסניף.

לאור זאת, נבחן תרחיש נוסף – כניסה מוגבלת של מכונות אוטומטיות לסניפי רשתות השיווק. העלות הממוצעת לקליטת המִקְל ברשתות, ולאחר מכן עלות הטיפול הממוצעת למִקְל שחלה עליו חובת הפיקדון, תלויות בהיקף כניסה זו. יש לזכור כי נוסף על צמצום העלויות, למכונות חלק חשוב בהגדלת השתתפות הצרכן על־ידי שיפור פתרונות הקצה לאיסוף עבורו. לצורך הבחינה הכלכלית השתמשנו במאפייני מכונה סטנדרטית.

מבחינה שנערכה על בסיס החיסכון השנתי לסניף (כ־6 אג' למִקְל – הערכה על בסיס הניסיון העולמי), לעומת עלויות המכונה (רכישה, תפעול והתקנה), נמצא כי כבר כיום (ללא חובת פיקדון על

איסוף דרך תחנות מעבר
האופציה השלישית לאיסוף מכלים גדולים באיסוף וולונטרי היא **מיון בתחנות המעבר**. אל תחנות המעבר מגיעה פסולת שמקורה במרחב העירוני, ושם היא עוברת מיון ונאספת על־ידי תאגיד המחזור לצורך עמידה ביעדיו השנתיים. בחישוב העלות למִקְל המגיע דרך תחנות המעבר, יש למנות לא רק את עלויות התפעול של התאגיד, אלא גם את עלויות המיון ועלויות איסוף הפסולת במערך העירוני, שבאופן זה או אחר מוטלות על הציבור (למשל דרך תשלומי הארנונה). לצורך חישוב סך העלות חושבו עלויות הפינוי הפנים־עירוניות והחוץ־עירוניות, עלויות המיון וכן עלויות תפעול התאגיד.

השלכה לפח ירוק או במרחב הציבורי

שתי החלופות האחרונות נוגעות למכלים שאינם נאספים, כלומר, נזרקים לפחים העירוניים הירוקים או במרחב הציבורי, נאספים על־ידי המערך העירוני, ואינם ממוינים בתחנות המעבר. למכלים אלה שתי עלויות סביבתיות: הראשונה, העלויות הסביבתיות שנגרמות מהטמנה, המיוצגות על־ידי היטל ההטמנה בפועל, והשנייה היא העלות האלטרנטיבית של התועלת הסביבתית ממחזור. סך העלויות המחושבות מוצגות בטבלה 1.

מספר גורמים לא הוכנסו לתחשיב הכמותי עקב מחסור בנתונים, אך הם צפויים להשפיע על תוצאותיו: ערך הפגיעה בנראות בשל הפסולת במרחב הציבורי וערך חינוך הציבור למחזור. כמו כן, ערך הקטנת ההשלכה בשטחים הפתוחים מתבסס על הנחה שמרנית מאוד, הנמוכה מערכים בין־לאומיים המופיעים במספר מאמרים בנושא. בצורה זו חושבה סך העלות המשקית בעבור כל תרחיש בדבר איסוף מכלי המשקה הגדולים. פרט לתרחישים שהוצגו, נעשתה בחינת רגישות נוספת של שיעורי איסוף נוספים לכל תרחיש. מהניתוח שלעיל עולה כי מאזן התועלת המשקי נטו עקב

טבלה 1. עלויות לפי חלופות טיפול במכלי שתייה

חלופת טיפול	החזר פיקדון (ללא מכונות אוטומטיות)	החזר פיקדון (עם מכונות אוטומטיות)	מחזוריות	פח כתום	איסוף מתחנות מעבר	פח ירוק	איסוף משטחים ציבוריים
עלות למָקָל (אג')	17	14.65	17.4	11.4	6.19	8	34

מכלי המשקה הגדולים) קיימת כדאיות כלכלית לרכישת המכונות בחלק גדול מהסניפים. הרחבת חובת הפיקדון תעצים כדאיות זו משמעותית, כך שכמעט כלל המכלים שנאספים (98%) יגיעו דרך מכונות אוטומטיות, וזאת פרט למספר סניפים קטנים, שכמויות המכלים הנאספים בהם אינן משמעותיות. בתרחיש זה, וכדי לעמוד במדדי שירות לצרכן, מספר המכונות בשוק צריך להיות 2,500–3,000, ותפוסת הזמן הצפויה היא 55%–20 משעות הפעילות. כפי שניתן לראות ב**איור 3**, בהנחה של כניסה נרחבת של מכונות, עלות הטיפול למָקָל שחלה עליו חובת פיקדון קטנה משמעותית, ויורדת מ־17 אג' ל־14.6 אג' למָקָל, והעלות המשקית יורדת בהתאם לכך באופן משמעותי. בטווח הארוך ניתן לראות כי מבנה העלויות של כלל הגורמים צפוי להשתנות, והתועלת עתידה לצמוח לאור הפחתת עלויות הטיפול לקמעונאים.

חלוקת הנטל בין הגורמים השונים

נוסף על בחינת העלויות המשקיות, נבחנה גם חלוקת הנטל בין הגורמים השונים. ישנם גורמים רבים הצפויים להיות מושפעים מהמהלך, ובהם ציבור צרכני המשקאות, היצרנים, יבואני המשקאות והקמעונאים, וכן גורמים קטנים יותר, כמו בתי ספר ואגודות (העוסקים באיסוף מכלים), קבלני שינוע ועוד. בבחינה זו נעמוד על ההשפעה על הגורמים העיקרים: צרכני המשקאות, היצרנים והיבואנים (כולל תאגיד אל"ה ותאגיד תמיר, האחראי על יישום חוק האריזות), הקמעונאים והרשויות המקומיות.

אחת מהנחות הבסיס בעבודה זו היא כי עלות הפיקדון 30 אג') אינה נוספת במלואה למחיר בקבוק המשקה (כלומר, מגולגלת במלואה לצרכן), אלא מתחלקת בין היצרנים, היבואנים והקמעונאים (שני שלישים מהעלות) וצרכני המשקאות (שליש מהעלות). יש לכך השפעה מהותית על הנטל על הצרכנים, מכיוון שעבור צרכן שמישב את המָקָל, העלות **יורדת** בכ־20 אג' בעת החלת חובת הפיקדון. הנחה חשובה זו מבוססת על הניסיון של הטלת חובת פיקדון על מכלי המשקה הקטנים. ניתוח המחירים לפני הטלת הפיקדון ואחריה מלמד כי עליית המחירים הריאלית במחיר המכלים הקטנים הייתה של 8 אג' בלבד, קרי, כשליש מגובה הפיקדון שהוטל (25 אג')^[2]. יש לציין כי בעבודה זו הונח כי גובה הפיקדון על המכלים הגדולים הוא 30 אג', בהתאם לחוק הפיקדון, וכי הביקוש למשקאות אינו מושפע ממנו. עם זאת, ייתכן כי בעקבות החלת פיקדון תהיה ירידה מסוימת בביקוש למשקאות בכלל ולמכלי המשקה הגדולים בפרט.

מכאן גם נובעת השפעה משמעותית על היצרנים והיבואנים, שכן הם מעבירים לאל"ה סכום השווה לעלות הפיקדון לכל מָקָל משקה נמכר, ואינם צפויים לקבל את מלוא התמורה במחירי המשקה. הקמעונאים צפויים לשאת הן בחלק מעלות הפיקדון הן בהפרש בין עלויות הקליטה הממשיות לדמי הטיפול המוענקים להם מאל"ה על כל מָקָל – ועל כן הם צפויים להיות הגורם הנושא בעיקר הנטל של הרחבת חוק הפיקדון. ב**איור 4** מופיעות תוצאות הבחינה (שינוי לעומת המצב הקיים). ניתן לראות בבירור, כי הצרכנים והאספנים הקטנים הם המרוויחים העיקריים מהחלת הפיקדון. הפסדי היצרנים והיבואנים מתקזזים עם רווחי תאגיד אל"ה ועם החיסכון בטיפול בבקבוקים על־ידי תמיר. הקמעונאים הם הנושאים המרכזיים בנטל הן בספיגת חלק מעלות הפיקדון בעת מכירת המשקה הן בעת קליטת המָקָל בעת שהצרכן משיב אותו. תוצאות אלה מתבססות ברובן על ההנחה כי השתתפות הציבור (המכלים שמחזירים אנשים ומשקי בית פרטיים) צפויה לצמוח בעקבות הרחבת חובת הפיקדון, מ־18% בלבד כיום ל־80%. שיעור צפוי זה נובע בראש ובראשונה מאופן הצריכה – רק כ־20% ממכלי המשקה הקטנים נצרכים בבתים, לעומת הערכה של כ־90% מהגדולים, כך שניתן להניח כי שיעור השתתפות הציבור יגדל משמעותית. כמו כן, ככל שישתפרו פתרונות הקצה לצרכן בכלל ובפרט עם כניסתן של מכונות אוטומטיות, סביר כי שיעור השתתפות הציבור יעלה אף יותר. שיעור השתתפות של 80% תואם את הניסיון העולמי, המראה כי בממוצע כ־80% מהמכלים נאספים באמצעות מכונות אוטומטיות.

דיון ומסקנות

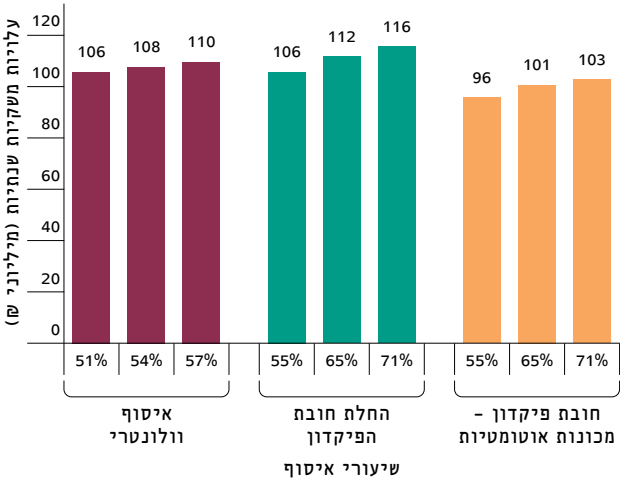
מהניתוח שביצענו ניתן להגיע לשתי מסקנות עיקריות. הראשונה היא כי בהרחבת חובת הפיקדון באופן מיידי, ובבחינה של שיעורי איסוף זהים (71% באיסוף וולונטרי) – שיעור התועלת נטו למשק עומד על כ־3 מיליון ש"ח בלבד. בטווח הארוך, לאחר כניסת מכונות אוטומטיות לקליטת מכלים, התועלת עתידה לצמוח, בעיקר בזכות הפחתת עלויות הטיפול לקמעונאים. מכאן, שבבחינה כלל־משקית הרחבת חובת הפיקדון על מכלי המשקה הגדולים כדאית למשק. מסקנה נוספת היא כי הרחבת חובת הפיקדון תועיל בעיקר לצרכנים ולאספנים הקטנים, ואילו הנפגעים העיקריים ממנה יהיו הקמעונאים. בעבודה זו לא הובא בחשבון שינוי בביקוש מצד צרכני המשקאות, אך ראוי לציין כי ייתכן שהחלת הפיקדון תוביל לירידה מסוימת בביקוש למשקאות.



המחקר מצא כי החלת החוק נכונה בהיבט הכלכלי, בהיבט הסביבתי וגם בהיבט של צדק סביבתי

בחינה זו כוללת את הפן הכלכלי בלבד של החלת הפיקדון, ואין היא מתעלמת מכך שישנם פרמטרים נוספים שצריכים להשפיע על קבלת ההחלטה בנושא. דרושה בחינה של נקודות נוספות, למשל ישימות המהלך, העמידה במטרות החקיקה המקורית, הדרך להשתתפות מרבית של הציבור, גמישות לשינויים עתידיים ותחרותיות. עם זאת, לטעמנו, הרחבת הדיון גם לקריטריונים אלה

איור 3. כלל העלויות המשקיות השנתיות, כולל כניסת מכונות אוטומטיות, לפי תרחיש ולפי שיעור האיסוף



אף תביא לחיזוק הטענות בעד הרחבת חובת הפיקדון. בעתיד יש מקום לנסות ולכמת את השפעת ניקיון שטחי הציבור והשינוי בהתנהגות הציבור הישראלי, ואת התועלת הטמונה בכך. כדי להגדיל את התועלת הציבורית מהמהלך יש לפעול להחלת חובת הפיקדון תוך דחיית לוחות הזמנים הקבועים בחוק, כדי לאפשר למשרד להגנת הסביבה לאפיין בצורה מיטבית את הפתרונות הדרושים להחלת פיקדון יעילה ומיטבית, ולהעניק לשוק זמן היערכות. יש לכך חשיבות הן מבחינת התועלת המשקית הן מבחינת חלוקת הנטל בעקבות המהלך. בפרט, יש לבחון דרכים לצמצום עלויות הקמעונאים הצפויות, למשל על־ידי סבסוד רכישת המכונות האוטומטיות, וכך גם לשפר את פתרונות הקצה לצרכן, כדי להגדיל את שיעור השתתפותו. סבסוד חלקי של המכונות ישפר את פתרונות הקצה לצרכן גם בקרב הקמעונאים, שכדאיות רכישת המכונות הנוכחית אצלם מוטלת בספק.

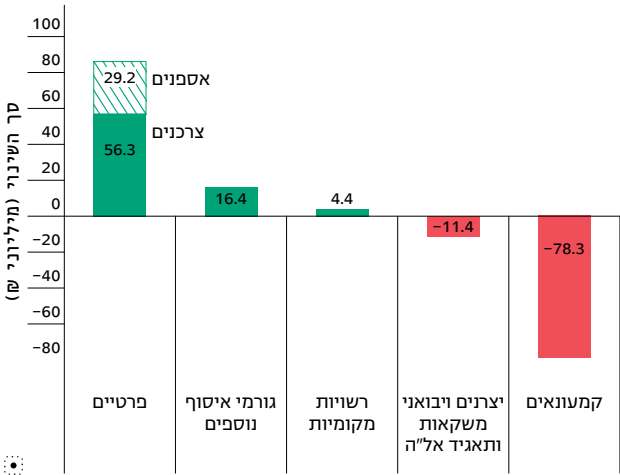
סיכום

במאמר זה נבחנו הצורך והכדאיות להחלת חובת פיקדון על מכלים גדולים. התוצאה מראה כי החלת החוק נכונה בהיבט הכלכלי, בהיבט הסביבתי וגם בהיבט של צדק סביבתי, קרי המזהם משלם. מעבר לכך, החלת החוק תביא את מדינת ישראל לעמוד ביעדי איסוף הדומים למדינות המפותחות בעולם, תגביר את המודעות הסביבתית, ועשויה להניע גם היבטים נוספים שנמצאים מחוץ לניתוח שבוצע, למשל שיפור הנראות הסביבתית ושינוי הרגלים אצל הציבור.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

איור 4. רווח או הפסד? המאזן החוספתי של הגורמים השונים בעקבות הרחבת חובת הפיקדון



יתרונות עמידות החומרים הפלסטיים לכלכלה מעגלית

עוזי קלברמן

ריפאל כימיקלים ופלסטיק בע"מ

פלורמא בע"מ

uzi347@gmail.com



פלסטיק ממוחזר באיכות גבוהה, מפעל אביב – תעשיות מחזור בע"מ | צילום: עוזי קלברמן

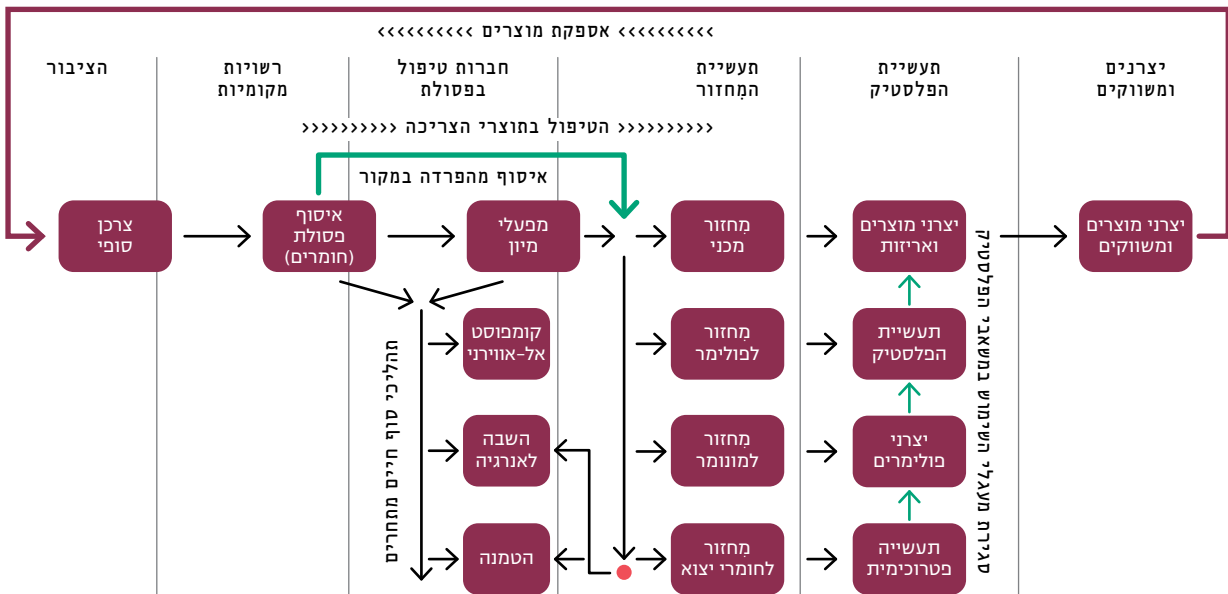
מוצרים וחומרים שאינם מתאימים למחזור מכני, יתאימו למחזור כימי, אשר מבטיח את ניצול המשאבים שהושקעו בחומר. תהליכי מחזור כימי מתחילים בשיטות של המסה, המאפשרת הפרדת זיהומים ברמה המולקולרית, תוך שימור הפולימר הבסיסי. הם ממשיכים בתהליכי פירוק לרמת המונומר, המאפשרים בנייה מחדש של פולימר בעל תכונות דרושות, לאחר זיקוק המרכיבים. אפשרות נוספת היא פירוק הפולימרים לרמת הפחמימינים הבסיסיים, שניתן לנצלם לייצור פולימרים שונים מהמקור. השקעת המשאבים בתהליכים אלה גבוהה מאשר במחזור מכני, אך היא מאפשרת ייצור פולימרים חדשים, מותאמים למשימה, ללא כל פגיעה בתכונות החומר ^[1]. מוצרים שלא יתאימו לאף אחד מהפתרונות המתוארים למעלה, יכולים לשמש להשבת אנרגיה. מאחר שמרבית החומרים הפלסטיים מיוצרים ממשאבי אנרגיה מאובנים, ברמת הזיקוק הגבוהה ביותר, הפקת האנרגיה אינה מייצרת זיהום נוסף מעבר לזה הנגרם משרפת דלקי מחצבים במקור. שרפת החומרים הפלסטיים להשבת אנרגיה מאפשרת ניצול חוזר של כ-60% מסך האנרגיה שהושקעה בייצור החומר המקורי ^[4].

לכן, כדי לקדם יעילות סביבתית וכלכלה מעגלית יש להסיט את המאמצים: מהחלפת החומרים הפלסטיים – לסגירת מעגלי השימוש ולמניעת הזליגה של פלסטיק לסביבה. טיפול מערכתי בנושא יחייב שיתוף פעולה בכל שרשרת הערך של החומרים הפלסטיים והמוצרים, משלב ייצור חומרי הגלם ועד לקליטת המוצרים בתחילת מחזור הייצור הבא (**איור 1**). צעד ראשון בכיוון בוצע בשנה שעברה, עם כלילת פסולת הפלסטיק במסגרת אמנת באזל לבקרה על תנועת חומרים מסוכנים בין מדינות ^[7]. מהלך זה מצמצם את האפשרות להעברת החומר והאחריות לטיפול בו לאורך השרשרת, ומחייב טיפול בפסולת במקום היווצרותה. הפעלת כללים דומים בגבולות המדינה תאפשר שליטה, בקרה וצמצום משמעותי של שחרור פסולת פלסטיק לסביבה, ותיתן תמריץ לפיתוח של תעשייה מעגלית. החדשות הטובות הן שתעשיית הפלסטיק מוכנה כבר כיום עם הטכנולוגיות הנדרשות למחזור ועם ביקושים גבוהים לחומרים הממוחזרים, וכך מובטח ניצול מיטבי של כל כמות חומר שתגיע למחזור.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

איור 1. מיפוי מחזיקי העניין בשרשרת הערך של כלכלת פלסטיק מעגלית



מפסולת למשאב –

הצורך בכרייה אורבנית

בסביבה הבנויה בישראל

חומר פישמן ^[1]*, מיכל שורק ^[2] ועדי מגר ^[3], ^[4]*

^[1] בית הספר לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה

^[2] עמיתת ממשק, הרשות הממשלתית להתחדשות עירונית

^[3] יועצת לתכנון עירוני מקיים ויזמות ירוקה

^[4] IRMI – הפורום הישראלי לחדשנות בחומרי גלם לענף

הבנייה והתשתיות

* tomer.fishman@idc.ac.il

** adi.mager@gmail.com

מהי כרייה אורבנית?

הסביבה הבנויה המודרנית מורכבת מהבניינים, התשתיות, הטובין ומוצרי הצריכה שלנו, המספקים שירותים חברתיים וכלכליים רבים, אך לכולם תוחלת חיים מסוימת שבסופה הם הופכים לפסולת. כרייה אורבנית (כרייה עירונית, Urban Mining) היא גישה המציעה להתייחס אל הסביבה הבנויה של ימינו וכן גם אל אתרי ההטמנה, כאל חומרי גלם שיהפכו לזמינים בעתיד. בעוד שבעולם הכרייה

המסורתית כורים משאבי טבע מגוונים ממחצבות וממכרות, הרי שבגישת הכרייה האורבנית אנחנו מתייחסים אל הערים והיישובים שאנו מתגוררים בהם כאל מרבצי החומרים של העתיד, כאשר הם מגיעים לסוף חייהם השימושיים. באופן זה שלבי התכנון מעולם הכרייה מועתקים לעולם של תכנון ניהול הסביבה הבנויה (**איור 1**), בעלי הנכסים ויצרני הפסולת נעשים בעלי מאגר משאבים בהקבלה לבעלי הקרקע של המחצבה או המכרה, וחברת המחזור הופכת לחברת כרייה אורבנית כמו חברת כרייה שקיבלה היתר לחצוב.

בידיעה קצרה זאת נתאר את עיקרי הגישה, ונדגיש כי הפסולת היא משאב לכל דבר. נשתמש בענף הבנייה כדי להמחיש כיצד כמויות הפסולת הצפויות לנו בעתיד מענף הבנייה הן עתודות הכרייה לחומרים רבים שכמותם בקרקע מוגבלת, והם משאב מתכלה שאינו מתחדש וצפוי להיות בחסר בעתיד. נוסף על כך, ישנם חומרים שריכוזם בסביבה העירונית גבוה מריכוזם בעפרות טבעיות כבר בימינו, וכן ישנם חומרים נגישים יותר פיזית וכלכלית לכרייה בסביבה העירונית מאשר בסביבה הטבעית. שינוי דפוסי החשיבה בעולם תוכן זה יאפשר ניצול ומחזור מיטביים של חומרי הגלם.

כרייה אורבנית בעולם הכלכלה המעגלית

כמות חומרי הגלם הטבעיים בכדור הארץ מוגבלת, ועל כן נכון



ההריסה של היום – משאבי הבנייה של המחר | צילום: תומר פישמן

לפתח כבר עתה דרכים חלופיות ובנות־קיימא להפקת חומרי גלם. כלכלה מעגלית גורסת שיש לצמצם מראש את השימוש במשאבים בשלבי ההפקה והייצור, למנוע פליטות המזיקות לסביבה ובהמשך למצות את חיי המשאבים דרך צריכה נבונה, שימוש חוזר או מחזור. מודל זה חותר ליעילות ולחדשנות תעשייתית התורמת ב־בזמן לסביבה, לכלכלה ולחברה כולה.

מחקר הכרייה האורבנית מתמקד בתהליכי סגירת המעגל על־ידי כימות והערכה של החומרים הקיימים בסביבה הבנויה. המחקר עוסק בשאלות כגון: היכן החומרים נמצאים? מתי יעשו זמינים לכרייה? האם יהיה להם ביקוש? מה הכדאיות הסביבתית והכלכלית של כרייה אורבנית לעומת כרייה מסורתית בגבולות המדינה או ביבוא חומרי גלם מחו"ל?

כדי לענות על שאלות כאלה כבר מתפתחים מספר מחקרים וכיווני מדיניות האחרונות בעולם. לדוגמה, האיחוד האירופי מימן מספר מיזמי מחקר ליצירת אומדנים של חומרי הגלם שבשימוש ושל פוטנציאל הכרייה העתידי שלהם^[4], פיתוח "תעודת זהות חומרית" לבניינים הכוללת מפרטים מדויקים של חלקי המבנה והנחיות לפירוק חומרי הגלם ולמיצוץם מתוך הבניין בסוף חייו^[2], ומחקרי גישוש לשימוש בשיטות כרייה ובטכנולוגיות כרייה במטמנות^[5]. וינה וערים נוספות מבצעות מחקרים ליישום כרייה אורבנית בתחומיהן^[3].

כרייה אורבנית לנוכח האתגרים במדינת ישראל
הגידול המהיר של אוכלוסיית ישראל וצפיפותה הגוברת יוצרים אתגר ממשי עבור עולם התכנון. כמענה לצורכי הדיור הגדלים מערכת התכנון פועלת לאפשר את בנייתן של 1.5 מיליון דירות עד שנת 2040^[1]. חלק לא מבוטל מהן צפוי להיבנות בתהליכי התחדשות עירונית הדורשים הריסה של מבנים ויצירת כמות גדולה מאוד של פסולת בנייה. ידוע כי ייצור וצריכה של חומרי גלם לבנייה משפיעים על שינוי האקלים, שכן ענף המבנים אחראי לכ־40% מצריכת האנרגיה בעולם ולכשליש מפליטות גזי החממה, בעוד ששימוש חוזר של חומרי גלם ומוצרים מוגמרים עשוי להפחית את התלות ביבוא.

לנוכח האתגרים שמדינת ישראל עומדת בפניהם, כרייה אורבנית היא צו השעה כבר בשלב התכנון ובהתייחסות לחומרי הגלם, כיוון שהיא משנה את מאזן הכרייה המסורתית ומציעה כי "המחצבים" בבניינים ובתשתיות שלנו הם חומרי הגלם לבנייה של בנייני המחר. זו גם אחת התובנות שעלו בשנה שעברה במפגש ראשון מסוגו בישראל בנושא כרייה אורבנית בהשתתפות נציגי התאחדות התעשיינים, התאחדות הקבלנים בוני הארץ, משרדי ממשלה, אקדמיה ועוד. מפגש זה הוא התחלה לקראת שינוי תפיסתי בהתייחסות אל הפסולת כאל משאב, וגישת הכרייה האורבנית מספקת לשינוי מסגרת לתכנון ארוך־טווח.

איור 1. השוואה בין שלבי העבודה העיקריים בכרייה מסורתית לשלבים המקבילים בכרייה אורבנית האזור לצורכי המחשה, ואין בו פירוט של מלוא השלבים.



מקורות

- [1] ר־דרור ע וקוסט נ. 2017. התוכנית האסטרטגית לדיור לשנים 2017–2040. המועצה הלאומית לכלכלה, משרד ראש הממשלה.
- [2] BAMB — Buildings As Material Banks. 2020. Material Passports. www.bit.ly/E_E134
- [3] City of Vienna. 2015. High-rise buildings as a source of recyclable materials. www.bit.ly/E_E135
- [4] Kral U and Heuss-Aßbichler S. 2020. Summary: COST action mining the European anthroposphere. MINEA Network. www.bit.ly/E_E136
- [5] Krook J, Cleall P, Rosendal R, and Carvalho T. 2018. Recovery technologies for materials in landfills. www.bit.ly/E_E138

שימוש בפיתוחים טכנולוגיים במחזור פסולת אריזות

רני איידלר

מנכ"ל תמיר, תאגיד מחזור האריזות בישראל

rani@tmir.org.il

'עיר חכמה' היא כינוי לעיר המשתמשת בטכנולוגיות מידע ותקשורת כדי להגביר את היעילות התפעולית ולשפר את איכות השירותים ורווחת התושבים. ניהול עירוני יעיל מניע את הרשות המקומית לצמיחה כלכלית ומשפר את איכות החיים של התושבים באמצעות טכנולוגיה חכמה וניתוח נתונים. באמצעות הטכנולוגיה יכולה הרשות לנהל את מערכות החשמל, התאורה והתחבורה וגם את ניהול הפסולת והעברתה למחזור. פיתוחים טכנולוגיים חדשניים הופכים את ההתנהלות בתחום ניהול הפסולת והמחזור ליעילה ולמדויקת יותר.

לפני כעשור חוקק בישראל חוק המחייב יצרנים ויבואנים לשאת באחריות לאריזות שהם מכניסים לשוק (החוק להסדרת הטיפול באריזות התשע"א–2011). החוק קודם ביוזמה משותפת

של התאחדות התעשיינים, המשרד להגנת הסביבה והארגונים הירוקים, ומטרתו להביא לצמצום כמות הפסולת הנוצרת מאריזות ולמנוע את הטמנתה לשם הקטנת ההשפעה השלילית הסביבתית של פסולת אריזות. במסגרת החוק, היצרנים והיבואנים מחויבים להתקשר עם גוף שהוכר על־ידי המשרד להגנת הסביבה. כך הוקם תאגיד מחזור האריזות תמיר (חל"צ) כדי לבצע עבור היצרנים והיבואנים את חובותיהם.

מטרתנו היא לעמוד ביעדי המחזור שנקבעו בחוק האריזות, ולממן את איסוף פסולת האריזות מהרשויות המקומיות ומבתי עסק. כיום יש הסדר הפרדה לאריזות בפח מחזור כתום ב־110 רשויות, ועד סוף שנת 2020 לכחמישה מיליון תושבים יהיה פח כתום ליד לבית.

היצרנים והיבואנים משלמים דמי טיפול עבור האריזות שהם מכניסים לשוק. עלות זו מושקעת במימון האיסוף והמימן של פסולת האריזות שנאספת ברשויות המקומיות, וביצירת תהליכים ליעול ולחיסכון. כמו כן, אנו משקיעים בשיווק, בחינוך ובהסברה כדי לעודד את התושבים להפריד עוד ועוד אריזות באופן וולונטרי.

דמי הטיפול דיפרנציאליים ותלויים בסוג החומר ובכמותו, וזאת כדי לעודד את היצרנים להשתמש בחומרים מתאימים למחזור.

למשל, ישנו הבדל משמעותי בעלות דמי הטיפול בפולמרים השונים, בהתאם לקושי במחזורם. לאחרונה יצרנו מדריך לתכנון אריזה עבור היצרנים ובו המלצות לתכנון מקדים של האריזה, כך שתתאים באופן מיטבי להליכי המיון והמחזור. לדוגמה: אריזה של בקבוק שוקו העשויה מפלסטיק לא תכוסה בשרוול מלא כדי שהעין האופטית בתחנת המיון תוכל לזהות בקלות את סוג הפלסטיק שהיא עשויה ממנו, ולמיין אותה לזרם הפלסטיק הנכון. אם השרוול יהיה עשוי מאותו סוג פלסטיק, אז גם לא יהיה צורך בהפרדה בין החומרים. לאחרונה הסתיים בהצלחה פיילוט שבוצע בתל מונד ובבאר שבע: **בתוך פחי המחזור הכתומים הותקנו חיישני נפח ותנועה** המעבירים מידע בזמן אמת, מאפשרים מתן שירות מיטבי לתושב, ומשפרים גם את היעילות התפעולית. באמצעות חיישני הנפח הרשות המקומית יודעת לבצע פינוי בזמן הנכון (לא כשהפח חצי מלא ולא לאחר שכבר גלשה פסולת מהפח). חיישן הנפח מחשב באמצעות גל קול על־שמעי (ultrasonic) את המרחק מקצה הפח אל הפסולת הנמצאת בתוכו, וממיר את המרחק לנפח. החיישן מנסה להתגבר על בעיות שיכולות לנבוע מצורת פיזור הפסולת בתוך הפח בכך שהוא דוגם את המרחק בכמה כיוונים ומחשב ממוצע לנפח הנותר. באמצעות חיישני התנועה מוודאים שהפח אכן פונה. כל חיישן מצויד בכרטיס סים, ששולח באמצעות תקשורת סלולרית דיווח למערכת ניהול המידע שתמיר והרשות המקומית מחוברים אליו.

בהתאם לנתונים הנאספים במערכת הניהול נבנית תוכנית פינוי ייחודית ומותאמת בכל יום פינוי. משאית הפינוי לא יוצאת כבעבר לפינוי פסולת בכל השכונות לפי סדר קבוע, אלא בצורה חכמה

ויעילה. בבוקר פינוי הפחים פותח הנהג את הטאבלט שמותקן במשאית הפינוי, מתחבר אל מערכת המידע, ומקבל ממנה תוכנית עבודה ייעודית לאותו הבוקר. לא רק שהמערכת בונה תוכנית פינוי לפי נפח המילוי של כל פח, היא גם יודעת אחרי כמה פחים שיפנו תתמלא המשאית, ונוסף על כך היא מתכננת לנהג מסלול נסיעה מיטבי באמצעות יישומון ווייז, כך שהפינוי יהיה מהיר ויעיל יותר ויפלוט פחות זיהום אוויר.

מעבר ליעילות הפינוי, המערכת מסייעת לנו ללמוד יחד עם הרשות כיצד לפזר את פריסת הפחים באופן המיטבי ביותר, היכן יש צורך בהוספת פחים, ובאילו שכונות קצב מילוי הפחים נמוך מהמקובל בעיר ויש צורך בהגברת ההסברה.

נוכחנו לראות שהליך זה מביא להתייעלות של כ־30% בהוצאות איסוף הפסולת, ויוצר שביעות רצון גבוהה בקרב התושבים, שכן הפחים כל הזמן פנויים לקלוט עוד פסולת אריזות.

לאחר שמשאית הפינוי אספה את פסולת האריזות היא נוסעת אל אחת מתחנות המיון, הממוקמות בראשון לציון ובעפולה. מערכות משקל, המחוברות בממשק ישיר למערכות המידע של תמיר, שוקלות את משאיות הפינוי בכניסתן לתחנה, ופסולת האריזות נפרקת ומועמסת על גבי מסועים ומתמיינת לאורכם בהתאם לסוג החומר שהאריזות עשויות ממנו. **האריזות מופרדות לשבעה חומרים שונים, וארבעה מהם ממוינים באופן טכנולוגי ללא מגע יד אדם.**

מפריד בליסטי מפריד בין אריזות דו־ממד (שקיות פלסטיק בעיקר) לאריזות תלת־ממד (מתכות ואריזות פלסטיק); עיניים אופטיות שולחות גל תת־אדום (infra-red) אל האריזות התלת־



כבישת אריזות של פסולת ממוינת לפני העברתן למחזור

ממדיות, ובהתאם לחתימה האופטית של הגל החוזר הן מזהות את סוגי הפלסטיק השונים ומפרידות את האריזות לפי סוגי הפלסטיק; מגנט ענק מפריד את אריזות המתכת; שואב שקיות מושך אליו את כל שקיות הפלסטיק. לאחר שהופרדו לסוגי חומרים שונים, כל חומר נכבש לקוביות גדולות (בָּאלות) שכל אחת מהן עשויה מחומר אחר, ומשם הן מופנות אל מפעלי מחזור. המפעלים הללו זכו במכרז שנתי תחרותי, ולטובת התעשייה הישראלית – רובם מקומיים. **באמצעות**

מפעל ה־RDF הזניק את תל־אביב ושכנותיה אל סף 40% מחזור והשבה

ריבה ולדמן*, יפתח ענבר וגיל ליבנה

פארק המחזור חירייה,
איגוד ערים דן לתברואה
* riva@hiriya.co.il

סגירת מזבלת חירייה בשנת 1998 חייבה את איגוד ערים דן לתברואה, המטפל בפסולת הרשויות במטרופולין תל־אביב, למצוא חלופות טיפול לכמויות פסולת הולכות וגדלות. כחלופה מהירה נבנתה תחנת המעבר הגדולה בישראל, שפעילה עד היום. בתחנת המעבר פורקים את הפסולת, והיא נדחסת ומועמסת למשאיות שמשנעות אותה למטמנות מוסדרות בדרום הארץ. לראשי הרשויות ולהנהלת האיגוד היה ברור שזוהי חלופה זמנית, ושיש להיערך לחלופות ארוכות טווח. עד לשנת 2016 נקלטו בתחנת המעבר בממוצע כ־3,000 טונות ליום, וכיום בזכות אימוץ פתרונות מתקדמים יותר, ובעיקר הודות לפתיחת מפעל ה־RDF, צומצמה הכמות היחסית הנקלטת בתחנת המעבר שמועברת להטמנה ישירה ללא מיון (**איור 1**).

בחזון האיגוד (שנוסח בשנת 2002) הוצהר על פיתוח פארק תעשייתי בלב גוש דן, ובו מתקנים מתקדמים שיהוו את החלופה הסביבתית והכלכלית ביותר לטיפול בפסולת של מטרופולין תל־אביב^[8]. בהתאם לחזון זה הוקמו המתקן לטיפול בגזם וכן מפעל "חץ אקולוגיה", שהיווה מיזם חלוץ למיון מכני של פסולת מעורבת ולהפקת ביוגז לאנרגיה מהרכיב האורגני (**איור 1**). נוסף על כך, הפיכת פסולת עירונית לאנרגיה סומנה כחלופה טובה להטמנה^[1,3,4]. אופייה של הפסולת הנקלטת באתר חירייה והמציאות המאפיינת את שוק הפסולת השרוי מזה כ־20 שנה בחוסר ודאות רגולטורית, כמו גם במחסור בפתרונות קצה^[2,6,9], הגדירו את הדרישות ממתקן מרכזי שייבנה באתר, שקולט כחמישית מהפסולת הנוצרת בישראל ומשרת כמעט שני מיליון תושבים:

טכנולוגיות מחזור הופכים מפעלי המחזור את האריזות לחומרי גלם שנוצרים מהם מוצרים חדשים, כמו כבלי תקשורת, מוטות ברזל לבנייה, צינורות השקיה, עציצים, אדניות ועוד.

אנו מחפשים כל העת אפשרויות טכנולוגיות נוספות לטובת יצירת כלכלה מעגלית התומכת במחזור ובצמצום הטמנת אריזות בקרקע, החל בשלב הפינוי והמיון עד ליצירת מוצר החדש.



- מתקן מיון שייתן מענה לכמות גדולה של פסולת
- מתקן גמיש תפעולית, מותאם גם לפסולת מעורבת וגם לפסולת מופרדת במקור
- טכנולוגיה מוכחת מחד גיסא ומותאמת לפסולת המקומית מאידך גיסא
- קיום פתרונות קצה מוכחים ואמינים לחומרים הממוינים מהפסולת.

בשנת 2009 נחתם הסכם לבניית מתקן זה, ובנייתו החלה ב־2013. לאחר שנת הרצה נחנך ב־2017 מפעל ענק (גם בקנה מידה בין־לאומי), שמייצר ממרכיבי הפסולת שיש להם ערכים קלוריים גבוהים, תערובת גרוסה של פסולת יבשה המיועדת לשמש תחליף לדלקי מחצבים (Refuse Derived Fuel – RDF). אחד מענפי התעשייה המתאימים לשמש פתרון קצה לפסולת זו הוא תעשיית המלט. על פי האפיון שבוצע במפעל המלט "נשר", תערובת ה־RDF צריכה להיות נקיה משאריות פּי־וי־סי, בעלת ערך קלורי גבוה מ־4,000 קק"ל לק"ג, ואחוזי לחות נמוכים מ־24%.

מפעל ה־RDF הוקם בזכות שותפות בין שלושה גופים מובילים במשק הישראלי, שלכל אחד מהם יש תפקיד שהוא תנאי להצלחה: **איגוד ערים דן לתברואה** – המייצג את הרשויות המקומיות שהן "הבעלים" של הפסולת – מתחייב לספק באופן קבוע כמות פסולת הנדרשת למפעל להיתכנות הכלכלית של הפעלתו (540,000 טונות לשנה, שהן בממוצע 1,500 טונות ליום), יחד עם מבנה ותשתיות; **חברת "נשר"** – יצרנית המלט הגדולה במדינה – התחייבה להכין מערך קליטה לתוצר ולרכוש את הדלק החלופי המיוצר; **חברת "ורידים"** – חברת תשתיות מובילה בתחום טכנולוגיות איכות סביבה – הגוף העסקי שמנהל את המפעל ואחראי על התפעול הטכנולוגי. החידוש שהביא המפעל לשוק הפסולת הישראלי הוא בעצם היותו פתרון תעשייתי המסוגל להתמודד עם חומר גלם הטרוגני ולהפוך אותו לתוצר הומוגני בעל ערך כלכלי. המפעל כולל שלושה קווי מיון (ב־2021 יופעל קו מיון רביעי שצפוי להגדיל את הכמויות המטופלות), שבסופם נגרסת הפסולת היבשה לפיתית RDF. היעד של המפעל הוא הפקה של דלק חלופי מ־30% מהפסולת הנקלטת,

ובממוצע כ־500 טונות פסולת ליום. ייצור RDF נפוץ במדינות אירופה ^[10, 11, 12], אך הפסולת העירונית בהן מכילה פחות פסולת אורגנית, ועל כן נדרשה תקופת "הרצה" שנמשכה שנתיים שבמהלכן בוצעו לתהליך המכני התאמות לאופי הפסולת המקומי ולדרישות תהליך ייצור המלט. ההפעלה הגמישה של המפעל מאפשרת לקלוט במקביל גם פסולת יבשה ממקורות שונים וגם פסולת מעורבת. מלבד RDF, מחלץ המפעל חומר אורגני שנשלח לאתר קומפוסטציה, ומתכות למחזור.

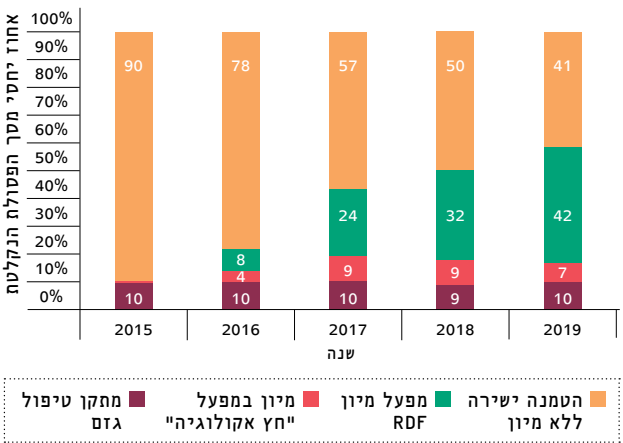
מפעל ה־RDF כחלופה מקיימת תועלת חברתית

המפעל מטפל בקרוב למחצית מהפסולת המגיעה לאתר חירייה סמוך לתחומי הרשויות שהפסולת נוצרת בהן, ועושה צדק סביבתי בצמצום שינוע הפסולת ל"יצרות אחוריות". המפעל מהווה דוגמה ליישום עקרונות "סימביוזה תעשייתית", ומחזק תעשייה מקומית.

תועלת כלכלית

התעריפים הגבוים מהרשויות עבור הטיפול בפסולת לא התייקרו בעקבות השימוש בטכנולוגיה מתקדמת ויקרה. עלות הטיפול המתקדם החליפה את עלויות השינוע לדרום הארץ, ואת עלות ההטמנה והיטל ההטמנה. נוסף על כך – התאפשר לרשויות המקומיות לדווח על כמויות הולכות וגדלות מדי שנה של פסולת למחזור ולהשבה, וכך ליהנות מתמריצים כלכליים במסגרת קול קורא לתמיכה ברשויות מקומיות בגין הגדלת כמויות הפסולת הממוחזרת והמושבת ^[5].

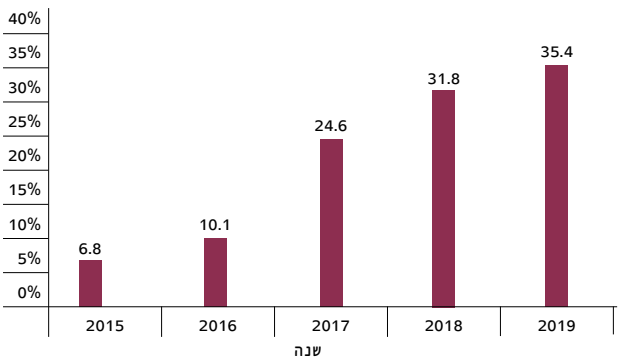
איור 1. התפלגות קליטת הפסולת באתר חירייה לפי מחקנים ניתן לראות את השפעתו המיטיבה של מפעל ה־RDF, שהרצתו החלה ב־2016, על צמצום ההטמנה.



תועלת סביבתית
בשנים 2016–2019 נמנעה ההטמנה של 724,355 טונות פסולת, וקרוב ל־200,000 טונות RDF החליפו שימוש בדלקי מחצבים בתהליכי הייצור ב"נשר". **איור 1** מבטא את העלייה בכמות הפסולת שטופלה ומוינה במפעל ה־RDF ביחס לכלל הפסולת באתר חירייה, ו**איור 2** מדגים את אחוזי המחזור בכלל אתר חירייה, העולים בהתמדה מאז פתיחת המפעל ^[7].

מאז תחילת השקת המפעל עולות כמויות הפסולת המטופלות במפעל ה־RDF במקביל לירידה הדרגתית בכמות הפסולת שאינה עוברת תהליכי מיון (תחנת מעבר) ומועברת ישירות להטמנה. בהתאמה, העלייה בכמויות המנותבות למפעל מביאה לעלייה בשיעורי המחזור וההשבה כפי שמציג האיגוד ב**איור 1**. מתוך 407,020 טונות שהועברו מאתר חירייה ליעדים של מחזור או השבה, מפעל ה־RDF אחראי ל־320,000 טונות. מבדיקת דיווחי הרשויות המקומיות במטרופולין תל־אביב על שיעורי מניעת ההטמנה עולה שמפעל ה־RDF הוא המשפיע ביותר על הגדלת אחוזי המחזור וההשבה שלהן ועל גובה התמריצים הכלכליים שהועברו אליהן. עם הוספת נתוני הפסולת המופרדת במקור בתחומי הרשויות לנתוני פארק המחזור (שהגיעו בשנת 2019 ל־35.4%) מגיעות רשויות גדולות (כגון תל־אביב, רמת־גן וחולון) לשיעורי מחזור הקרובים ל־40%, נתון בולט לעומת הממוצע הארצי ברשויות (פחות מ־20%). נכון לשנת 2020 מפעל ה־RDF עומד ביעד הקליטה שנקבע לו – 540,000 טונות בשנה, והוא מטפל ב־10% מהפסולת של מדינת ישראל. כלומר, כל 54,000 טונות שהטמנתן נמנעת, תורמות 1% לשיעורי המחזור בישראל. השפעה זו משמעותית במיוחד לנוכח העובדה שאחוזי המחזור בישראל מצויים הרחק מיעדי המשרד להגנת הסביבה והרחק משיעורי המחזור הנהוגים במדינות מפותחות.

איור 2. אחוזי המחזור וההשבה השנתיים בפארק מחזור חירייה הנתונים מתבססים על דיווחי איגוד ערים דן לתברואה בשנים 2015–2019 ^[7]. תקופת ההרצה של מפעל ה־RDF החלה בשנה 2016.



מפעל ה־RDF (מימין) מייצר תערובת גרוסה של פסולת יבשה ממרכיבי הפסולת שיש להם ערכים קלוריים גבוהים. התערובת מיועדת לשמש תחליף לדלקי מחצבים

לתרומה המתקבלת מצמצום ההטמנה מצטרף צמצום פליטות הודות להחלפת 20% מכמות הפטקוק (דלק מוצק על בסיס נפט – petcoke), המוכר כדלק מזהם ומשמש מקור אנרגיה עיקרי לכבשני המלט.

נוסף על כך – ההישג החשוב ביותר הוא השקעה בפתרון מותאם לפסולת עירונית מעורבת, ומודל להתקשרות מוצלחת

בין גוף מוניציפלי וגופים עסקיים לטובת פתרון בר־קיימא לניהול פסולת ולטיפול בה.

מקורות

ראו באתר כתב העת.

הפרדת פסולת אורגנית של ירקנים ברמת־גן

דנה זיו ^[1]*, יפתח ענבר ^[2] וריבה ולדמן ^[2]
^[1] מדור הפרדת פסולת, אגף שפ"ט, עיריית רמת־גן
^[2] איגוד ערים דן לתברואה, פארק המחזור חירייה
 * dana.ziv1@mail.huji.ac.il

הפסולת האורגנית היא המרכיב המשמעותי ביותר בפסולת העירונית. הפרדתה במקור וטיפול מתאים מאפשרים ניצול מיטבי של הפסולת הזו כמשאב ^[1]. ירקנים זוהו כמוקדי ייצור פסולת אורגנית, מבחינת הכמות והאיכות ^[2, 3]. מתוך הבנה זו יזמו איגוד ערים דן לתברואה ואגף שפ"ט בעיריית רמת־גן קו ניסיוני להפרדה במקור של פסולת אורגנית מחנויות ירקות ופירות. החל במרץ 2019 נאספת הפסולת בפחים ייעודיים, ומועברת לטיפול מתאים במפעל "חץ אקולוגיה" ובהמשך במפעל ה־RDF (ראו עוד בנושא

בידיעה הקודמת). רמת־גן חברה באיגוד ערים דן, ולכן קיימת עבודה אפשרות נוחה, זמינה וכלכלית לטפל בפסולת כזו בפארק המחזור חירייה. זאת ועוד, מתוקף "קול קורא" של המשרד להגנת הסביבה, שמטרתו הגדלת שיעורי המחזור וההשבה, ניתנת הנחה על טיפול בפסולת מופרדת במקור.

בתחילת המיזם הניסיוני חולקו כ־15 פחים חומים מסומנים בנפח של 360 ליטר לכ־10 ירקנים לאורך רחוב הרצל שבו ריכוז חנויות מסוג זה. לכל ירקן הוסבר מהי פסולת אורגנית, מה יש להשליך לפח החום (שאריות "הכנה" של ירקות ופירות, קליפות, עלים, מזון מקולקל) ומה אין להשליך לפח זה (אריזות, שקיות, קרטונים וכן הלאה). כמו כן, הוסבר גם לירקנים וגם לצוות האיסוף מה תכליתו של הקו הניסיוני ומה ייעוד הפסולת לאחר האיסוף. איסוף הפסולת נעשה באמצעות משאית דחס קטנה שאספה רק את הפחים החומים ופרקה את הפסולת במתקן "חץ אקולוגיה" בחירייה, ובהמשך בחדר התוצרים האורגניים במפעל ה־RDF. המשאית סומנה במערכת הניתוב שאינה מאפשרת פריקת פסולת במקום אחר.



פסולת אורגנית מופרדת היטב, שירקנים השליכו לפחים החומים | צילום: דנה זיו

בגיוס הירקנים להשתתפות במיזם ובבדיקת תכולת הפחים לאורך הזמן נעזרנו בקבוצת תושבות רמת־גן שהעלתה רעיון דומה במסגרת קורס תושבים בנושא איכות הסביבה שהתקיים לפני כעשור. במהלך המיזם נדגמה הפסולת באופן איכותי ויום־יומי בעזרת הפעולות האלה:

- בקרת הכמות והאיכות של כל פח, כדי לעקוב אחר שיתוף הפעולה של כל ירקן, לתקן ולחזק את ההסברה במידת הצורך;
- שקילת כמות הפסולת שנאספה בכל כניסה לחירייה במערכת הממוחשבת;
- בדיקה איכותית וצילום הערמה במתקן "חץ" – כדי לראות את הכמות והאיכות הכוללות שנאספה בעיר;
- דגימה כמותית – דגימת הרכב משקלי (כלומר יחס לפי משקל ולא לפי נפח) של פסולת עירונית (על פי תקן 2221) במהלך החודש הראשון לפעילות המיזם.

מהדגימות שבוצעו נמצא ש־92% ממשקל הפסולת שנאספה בפחים החומים היו חומר אורגני. ממוצע הפינוי היומי באפריל 2019 עמד על כ־60 ק"ג לפח.

תוצאות המיזם הניסיוני העידו על איכות הפרדה טובה מאוד, ועלו מהן מספר מסקנות:

- יש צורך בהדרכה לצוותי הפינוי ובמעקב צמוד אחריהם כדי למנוע מצב של פינוי של פחים חומים למשאית אחרת.
- ניתן לצמצם את פינוי הפחים החומים לשלוש פעמים בשבוע במקום מדי יום ולחסוך בעלויות.
- בדיקת תכולת הפחים החומים לצד הירוקים מאפשרת פתרון בעיות במקום.

- יש צורך בהסברה ובהעברת משוב לירקנים באופן קבוע לצורך שמירה על איכות ההפרדה ושיתוף הפעולה.
- אפשר ללמוד על חשיבות ההתאמה של תהליך ההפרדה ברשות המקומית לפתרונות הטכנולוגיים והתפעוליים במתקן המיון. למשל, חלק מהרכיבים האורגניים עלולים להתמיין בתור פסולת לא אורגנית בגלל גודל או אריזה (כמו כרוב שלם, סלרי ארוז).
- מומלץ שהתושבים ידעו שהמהלך מתקיים באזור מגוריהם, למשל כדי שיוכלו גם הם להשתמש בפחים החומים.

לאור הצלחת המיזם הניסיוני התרחבה ההפרדה במקור ליצרנים גדולים נוספים של פסולת אורגנית, והיא כוללת ירקנים, חנויות פרחים, בית אבות ורשתות שיווק. כיום פרוסים ברחבי העיר כ־60 פחים, וממוצע הפינוי השבועי עומד על 6.9 טונות. לאחרונה עלה קמפיין עירוני להעלאת מודעות תושבי העיר למיזם ולפרסום הירקנים המשתתפים בו. בשלבים הבאים מתוכננת הצטרפות של מטבחים מוסדיים גדולים, כגון בתי אבות, בסיסי צה"ל, אולמות אירועים ובתי חולים. איכות ההפרדה יכולה להשפיע על ניהול שאר הזרמים בעיר. תיוג מסלולי איסוף אשפה כ"רטובים" וכ"יבשים" יאפשר לכל אחד מהם להגיע לטיפול המתאים בחירייה, יפחית הטמנת פסולת ויחסוך כסף לעירייה. לסיכום, מדובר בקו ניסיוני חדשני וייחודי בעל חשיבות רבה והשלכות על מדיניות הטיפול בפסולת האורגנית בעיר ובאיגוד, ומודל לשיתוף פעולה בין רשות מקומית לגוף מרכזי לטיפול בפסולת. התוצאות מעידות על איכות הפרדה מצוינת ועל פוטנציאל להפחתת ההטמנה על־ידי טיפול מיטבי ברכיב הפסולת האורגנית העירוני מהיצרנים הגדולים.

- [3] Mattsson L, Williams H, and Berghel J. 2018. Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in Sweden — Measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact. *Resources, Conservation and Recycling* **130**: 118–126.

[1] גלקין א, רחובלום א, אוסטרובסקי ג ואחרים. 2014. דו"ח "אדם טבע ודין" – פסולת אורגנית מוסדית.

- [2] Bernstad A and la Cour Jansen J. 2012. Separate collection of household food waste for anaerobic degradation Comparison of different techniques from a systems perspective. *Waste Management* **32**(5): 806–815.

קומפוסטציה ביתית בבנייני דירות – ניתוח הגורמים להשתתפות במיזם 'מהפח ירוק' בירושלים

יונתן פליטמן

ניהול משאבי טבע וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים
Jonathan@ranwolf.co.il

גילוי נאות: הכותב ניהל את מיזם 'מהפח ירוק'

קומפוסטציה (הדִשָּׁנָה בעברית) ביתית היא שיטה המוכרת כבר מספר עשורים כאמצעי יעיל וסביבתי להפחתת פסולת מוצקה עירונית. השיטה מיושמת בהיקפים לא מבוטלים במדינות מתפתחות ומפותחות. במחוזות מסוימים בשוודיה ובגרמניה בעקבות החלת מדיניות "שלם לפי משקל" (PAYT – Pay As You Throw), השיטה זוכה להשתתפות של למעלה מ־14% ממשקי הבית. מדיניות זו גורמת לתושבים להבין את הקשר בין ייצור פסולת לעלות כלכלית, ויוצרת אינטרס להפחתה במקור ולטיפול עצמאי בפסולת הפריקה ביולוגית. רשויות מקומיות רבות בישראל תומכות בתוכניות לעידוד קומפוסטציה ביתית. מיזם "מהפח ירוק" לדוגמה, פועל בירושלים משנת 2012, בתמיכת אגף התברואה של העירייה והמנהלים הקהילתיים, ומעודד תושבים לבצע קומפוסטציה ביתית באמצעות סבסוד רכישת קומפוסטרים (מְדִשָּׁנִים), אספקת חומר כיסוי, הדרכה ולייווי.

מרבית המחקר העולמי בנושא קומפוסטציה ביתית מתמקד באזורי מגורים בצפיפות נמוכה, המאופיינים בדויר צמוד קרקע. הסיבה לכך נובעת ממאפייני השיטה: קומפוסטציה ביתית נוחה בפרברים, שמשקי הבית בהם מאופיינים בגישה לחצר. מאפיין מעניין של "מהפח ירוק" הוא שהוא מצליח לאפשר קומפוסטציה לא רק אצל תושבים

בעלי חצרות פרטיות, אלא גם במרחבים ובבניינים משותפים. ב־2018 נמצא במחקר הערכה חיצוני שיזמה העירייה, כי מבין 6,200 משקי בית שנרשמו למיזם במהלך פעילותו, כ־63% משתתפים מתמידים ופעילים (כלומר, כ־3,900 משקי בית) ^[1]. באותו מחקר נמצא, שמבין משקי הבית הפעילים, כ־35% נעזרים בקומפוסטר המוצב בחצר של בניין דירות, לעומת 26% בחצר פרטית, 26% בגינה ציבורית ו־13% בגינה קהילתית ^[1]. נתונים אלה הצביעו כי ישנו בסיס למחקר מעמיק יותר על ההשתתפות בקומפוסטציה בבנייני קומות מרובי־דיירים. בנייני קומות הם צורת דיור שכיחה ברחבי העולם. ההבנה



עובדת של מיזם 'מהפח ירוק' מטפלת בקומפוסטר בגבעה הצרפתית בירושלים | צילום: אורי אנגל

שקומפוסטציה ביתית יכולה לשמש ביעילות את התושבים החיים בסגנון מגורים זה, מרחיבה את מידת ההערכה והאפיון הגאוגרפי שניתנו לה עד כה (כאמור, בדגש על דיור צמוד קרקע).

עם קבלת ההנחה (המגובה במחקרים במדעי הטבע) שהשיטה יעילה בהפחתת נזק סביבתי פוטנציאלי, חקר נטיות התנהגותיות ודמוגרפיות, שעשויות לנבא השתתפות בקומפוסטציה, נמצא כאמצעי המחקר המתאים לבחינה של התופעה ושל האמצעים להרחבתה. מטרת המחקר שנערך ב־2019, הייתה זיהוי גורמים משמעותיים להשתתפות בקומפוסטציה בקרב משפחות הגרות בבנייני דירות שהמיזם פועל בהם. כאשר קיימות באותו בניין משפחות אחדות שמפרידות ומפעילות קומפוסטר (להלן 'המקמפסטות'), ומשפחות אחרות שאינן משתמשות בו (להלן 'שאינן מקמפסטות'), נוצר מצב אידיאלי לבידוד גורמי ההשתתפות. כלל המשפחות חשופות לתנאים טכניים דומים (שצוינו כבר בספרות), כגון המרחק לקומפוסטר וגודל החצר, וברגע שהמשתנים המרחביים מנוטרלים ברובם, ניתן לזהות סיבות לקומפוסטציה בתכונות דמוגרפיות והתנהגותיות.

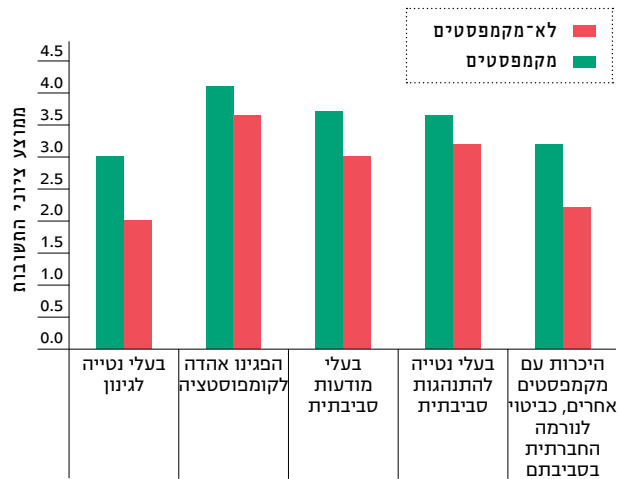
לשם עריכת המחקר נבחרו אקראית, מתוך מאגר הנתונים של המיזם, 18 בניינים ביוניים (4–10 קומות) שבחצרם קומפוסטר פעיל, המשותף למספר משקי בית. בבניינים אלה נערך סקר מדלת לדלת, ו־150 משקי בית מילאו את השאלון, בהם כאלה המשתתפים בקומפוסטציה (34%) וכאלה שאינם משתתפים (66%). משקי הבית שמילאו את השאלון היוו 45% מהדירות המאוכלסות. ב־55% שלא מילאו את השאלון נכללו כאלה שהעדיפו שלא לענות ומשקי בית שלא עמדו בתנאי סף, כגון מבוגרים מאוד או חולים סיעודיים. השאלון התבסס על מחקר מ־2009 שנערך ביישובים פרבריים בסקוטלנד ונותחו בו הגורמים ההתנהגותיים שאפיינו משקי בית שבחרו להצטרף לתוכנית קומפוסטציה^[2]. הרכבת גורמי המודל, בהתאם למחקר מסקוטלנד, נשענה על תאוריית "התנהגות מבוססת תכנון" ויישומים שלה^[3] וכן על ספרות קודמת בנושא מניעים התנהגותיים להפחתת פסולת^[4].

כבר בשלב השוואת הממוצעים ועיבוד הגרפים הסתמן כי מקמפסטים נוטים יותר לרצות לעסוק או לעסוק בפועל בגינון, רואים בקומפוסטציה דבר שהשפעות הלואאי שלו מינוריות, ומכירים מקמפסטים נוספים, ביחס ללא־מקמפסטים (כפי שניתן לראות באיור 1). התוצאות עברו בחינה נוספת באמצעות רגרסיה לוגיסטית שנבנתה בתוכנת SPSS. לפי תוצאות הרגרסיה, הנטייה לגינון, היחס החיובי לקומפוסטציה, מצב משק הבית והנורמה החברתית ביחס לקומפוסט בסביבת המשיב היו הגורמים המובהקים לניבוי השתתפות. מצב משק הבית נמדד כמשתנה קטגוריאלי. באמצעות בחינת היחס בין הקטגוריות אל משתנה דמה (dummy), נמצא כי רווקים צעירים מקמפסטים יותר מקבוצות אחרות באוכלוסייה (גמלאים ומשפחות עם ילדים קטנים ובוגרים). ההתנהגות הפרו־סביבתית והמודעות

הסביבתית שנבנתה על פי מדד NEP (New Ecological Paradigm) המחודש^[5] נמצאו כגורמים שהשפעתם אינה מובהקת. לנוכח ממצאים אלה הועלתה ההשערה שההבדלים בין הגורמים המניעים מקמפסטים לגורמים המניעים ממחזרים, מסמנים את הראשונים כקבוצה ייחודית בקשת ההתנהגויות הקשורות לפסולת, שיש לה סט מובחן של חסמים ומניעים.

המסקנה שהתקבלה היא שאכן יש להבחין בין השתתפות בקומפוסטציה לבין התנהגויות אחרות הקשורות לפסולת ולמחזור. להשתתפות בקומפוסטציה נמצאו מנבאים ייחודיים – זיקה לגינון וגורמים נוספים שלא הוכחו כגורמים המנבאים השתתפות בהתנהגויות פרו־סביבתיות אחרות בכלל, ובפרט בהתנהגויות הקשורות לפסולת. הבנה מלאה יותר של הגורמים שנחקרו וצוינו למעלה, ושל חסמים כגון חוסר זמן, חוסר עניין ועצלות, עשויה להרחיב את תחום הקומפוסטציה הביתית בתוך ערים. תחום זה משפר ביעילות את יכולת הרשויות המקומיות לקדם מדיניות בת־קיימא לניהול פסולת. מציאת הזיקה לגינון כגורם מובהק בניבוי השתתפות בקומפוסטציה, מעלה את השאלה המתבקשת – עד כמה בכלל מתקיימת אפשרות לגינון בתוך העיר? במחקר הועלו מספר סברות לממצא, כבסיס למחקר עתידי: למשל, אופיין של שכונות מסוימות בירושלים המשלבות בנייה רוויה עם חצר שחלק מהדיירים מטפחים עצמאית, או מקומן של הגינות הקהילתיות כיחמה שכיחה בירושלים שמעודדת רבים לעסוק בגינון קהילתי. סברה נוספת שהועלתה היא חיבתם של רבים לגינון במרפסות, שבמסגרתו קומפוסטציה נתפסת כפעילות התומכת בעשייה, חלק מהתחביב, שאף מספק בטווח הארוך דשן לטיוב גינה "מנותקת קרקע".

איור 1. מאפייני ציבור המקמפסטים ביחס לציבור הלא־מקמפסטים
דירוג המאפיינים נערך לפי ממוצעי תשובות כל אחת מהקבוצות (מקמפסטים ולא־מקמפסטים) לשאלות שבדקו נטיות רלוונטיות. הציון לא מנורמל.



הידיעה מתבססת על מחקר שנערך במסגרת תואר שני באוניברסיטה העברית בירושלים בהנחיית פרופ' ערן פייטלסון וד"ר ניצן לוי.

מקורות

[1] מידע שיווקי – סי. איי. 2018. שימוש באביזרי מחזור פסולת אורגנית. דו"ח מחקר – נובמבר 2018. נערך עבור אגף התברואה של עיריית ירושלים.

[2] Edgerton E, McKechnie J, and Dunleavy K. 2009. Behavioral determinants of household participation in a home composting scheme. *Environment and Behavior* 41: 151–169.

- [3] Ajzen I. 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2): 179–211.
- [4] Tonglet M, Phillips PS, and Bates MP. 2004. Determining the drivers for householder pro-environmental behaviour: Waste minimisation compared to recycling. *Resources, Conservation and Recycling* 42(1): 27–48.
- [5] Dunlap RE, Van Liere KD, Mertig AG, and Jones RE. 2000. Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues* 56: 425–442.



זבוב החייל השחור. בישראל קיים פוטנציאל לטיפול בעשרות אלפי טונות של פסולת אורגנית. רימות הזבוב יצרכו את הפסולת, ובהמשך ישמשו חלבון להזנת בעלי חיים | צילום: רונן גולדמן

זבוב החייל השחור (זח"ש, *Hermetia illucens* – להלן 'הזבוב') נודע בשל יכולתן של הרימות שלו לעכל כמעט כל סוג של פסולת אורגנית ביעילות גבוהה ובזמן קצר. תכונות אלה, בצירוף הערכים התזונתיים הגבוהים של הרימות והתאמתן להזנת בעלי חיים, הובילו להקמה של מיזמים ומפעלים רבים בעולם העוסקים בפיתוח פתרונות לגידולו התעשייתי. לזבוב יכולת להפחית פסולת ולהמיר אותה לתוצרים איכותיים (חלבון, שמן, דשן ותוצרים נוספים המופקים על־ידי עיבוד של הרימות וכתוצרי לוואי של התהליך)^[3]. יכולת זו יוצרת שכבה חדשה בהיררכיית הטיפול בפסולת, המנצלת זרמי פסולת בעלי ערכים תזונתיים גבוהים שמסיבות שונות אינם מתאימים להזנה ישירה לבעלי חיים (ראו **איור 1**). פתרון זה מאפשר לתכנן בצורה טובה יותר את ניצול משאבי

המרת פסולת למזון איכותי לבעלי חיים בעזרת זבוב החייל השחור

יובל גלעד^[1] ואיציק שחר^[2]

^[1] מנכ"ל חברת פריזם

^[2] בעלים, חברת שחר תשלובות

* yuval@freeze-em.com

גילוי נאות: חברת פריזם מפתחת פתרונות בתחום הרבייה של זבוב החייל השחור. שחר תשלובות מתמחה בטיפול בפסולת מזון ובהמרתה למוצרים בני־קיימא.

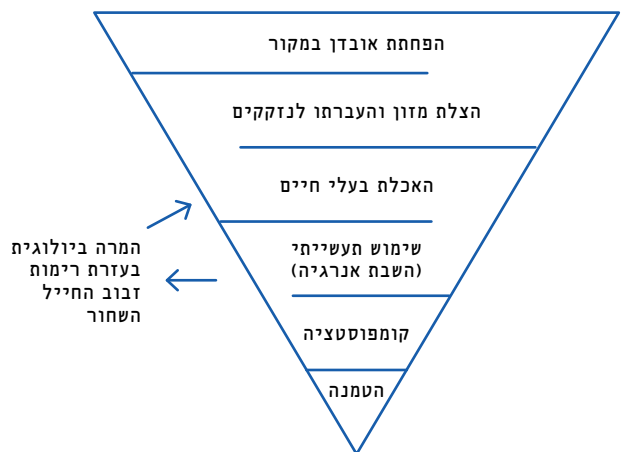
הפסולת באופן שיבטיח מימוש מיטבי בהתאם לתכונות ולערכים התזונתיים של הזרמים השונים.

דוגמה לבעיה היא חומרים אורגניים בעלי ערכים תזונתיים גבוהים, שאינם מתאימים להזנת חיות משק עקב רמת רטיבות גבוהה, נוכחות של זיהומים חיידקיים, השפעה שלילית על תנובת חלב בבקר וסיבות נוספות. החומרים הללו מופנים לפתרונות כגון קומפוסטציה, תסיסה אל־אווירנית או הטמנה. פתרונות אלה אינם מנצלים בצורה מיטבית את הערכים התזונתיים הגבוהים ואת המשאבים שהושקעו ביצירת החומרים הללו. בעזרת רימות הזבוב ניתן להפחית משמעותית פסולת מסוג זה ולהמיר אותה למקור חלבון איכותי המתאים להזנת חיות משק וחיות מחמד ^[4].

במדינת ישראל ישנה הזדמנות ייחודית להטמעה של פתרונות טיפול בפסולת בעזרת זבוב החייל השחור, ולהפיכתה למובילה עולמית בתחום. הזדמנות זו נובעת משילוב של הגורמים הבאים: א. זמינות ומגוון של זרמי פסולת שמתאימים להזנת הזבוב ואינם מנוצלים לשימושים אחרים. בישראל מיוצרים מדי שנה 2.4 מיליון טונות של פסולת אורגנית, ומתוכה היקף הפסולת המסחרית והמוסדית מוערך בחצי מיליון טונות בשנה ^[1]. במדינות רבות באירופה מוטמעים בקנה מידה רחב פתרונות אחרים לטיפול בפסולת אורגנית (כגון פריסה של מתקני עיכול אל־אווירני). עקב כך, במדינות אלה הזמינות של זרמי פסולת המתאימים להזנת רימות הזבוב נמוכה יותר, ומחירים גבוהים (עד כ־40 אירו לטונה חומר רטוב). בישראל לעומת זאת, היעדר פתרונות קצה מתאימים מאפשר זמינות גבוהה של פסולת איכותית במחירים שליליים או אפסיים, דבר המקנה יתרון משמעותי להטמעת פתרונות טיפול בפסולת על־ידי הזבוב תוך שיפור משמעותי של הכדאיות הכלכלית.

ב. הידע ושיתופי הפעולה בין הגורמים השונים המעורים בתחום – חברות הזנק (כגון פריז, אנטופרוטק, ג'ניופיד, אינוסקט), גופי אקדמיה (מכון ויצמן, מיג"ל, מכללת כנרת, הפקולטה לחקלאות, הטכניון), חברות תעשייתיות וארגונים חקלאיים (שחר תשלובות, גרנות, צמח מפעלים, מפעלי נחשונים, בארות יצחק) וגורמי ממשל ואסדרה (משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, רשות החדשנות) וכן ארגון ללא מטרות רווח המקדם את פעילות האגרוטק בישראל (GrowingIL) – עשויים לאפשר יצירת תשתית מתאימה להקמת מיזם לאומי שיעסוק בזבוב. מוכנות השוק והתזמון. תחום חקלאות החרקים עבר את שלב הוכחת ההיתכנות ונמצא בשלב של התבגרות, גמלון ומעבר לייצור תעשייתי. עקב כך, החברות בתחום עוברות מעיסוק בכל שלבי הייצור להתמקדות בחלקים ספציפיים בשרשרת הערך. קיימים פתרונות מסחריים לשלבי הפיטום והעיבוד ברמות אוטומציה שונות, מוצרים חדשניים בתחום הרבייה, ייצור ושילוח של רימות וביצים, גנטיקה ועוד. נוסף על כך, האסדרה

איור 1. היררכיית הטיפול באובדן מזון ^[2] והיכולת להעלות חומרי גלם בהיררכיה על־ידי טיפול בעזרת רימות של זבוב החייל השחור



האירופית מאפשרת בהדרגה שימוש של מגוון סוגי פסולת רחב יותר להזנת הזבוב, ומרחיבה את השימושים המותרים לחלבון חרקים (הזנת דגים כבר אושרה, ואילו הזנת עופות וחזירים צפויה לקבל אישור ב־2021).

רתימת כלל הגורמים הרלוונטיים תאפשר להקים בישראל את המפעל היעיל בעולם לייצור חלבון זבוב החייל השחור, שיטפל בעשרות אלפי טונות של פסולת אורגנית בשנה וימקם את ישראל כמדינה הראשונה בעולם שתחליף לפחות 50% מקמח הדגים המשמש להזנת בעלי חיים בקמח חרקים, וכך תתרום להפחתת עומסי דיג היתר באוקיינוסים. פעילות זו תיעל משמעותית את אופן הטיפול בפסולת מזון במדינת ישראל, תאפשר יצירת מזון לבעלי חיים ברמת קיימות גבוהה יותר, תקדם משמעותית את הכלכלה המעגלית בישראל, תפחית את התלות ביבוא של חומרי גלם להזנת בעלי חיים, ותיצור מקומות תעסוקה רבים בענף החדשני של חקלאות חרקים.

מקורות

- [1] לפידות ע ורזנבלום א. 2019. מחזור פסולת אורגנית במגזר המסחרי־מוסדי. מפת דרכים ליישום. תל־אביב: אדם טבע ודין.
- [2] EPA. Sustainable Management of Food — Food Recovery Hierarchy. EPA website.
- [3] International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF). 2019. The European insect sector today: Challenges, opportunities and regulatory landscape. IPIFF vision paper on the future of the insect sector towards 2030. Brussels (Belgium): IPIFF.
- [4] Surendra KC, Tomberlin JK, van Huis A, et al. 2020. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management* **117**: 58–80.



אילוסטרציה של תהליך ייצור אתנול מפסולת צמחית. משמאל: דוגמאות של סוגי פסולת שונים (קש, פסולת נייר וגזם) ביחד עם הריאקטור המעבדתי; במרכז: הסוכרים המופקים מהתהליך, יחד עם השמרים; מימין: האתנול המופק מהתהליך.

ידיים וחיטוי משטחים בחומרי חיטוי המבוססים על אלקוהול (כגון אלקוה'ל, ספטול ומגבוני אלקוהול). דבר זה מעלה את הביקוש העולמי לאלכוהול (בעיקר מסוג אתנול).

בישראל אין ייצור מקומי של אתנול בקנה מידה מסחרי, ולכן היא מייבאת כל שנה אתנול ברמת ניקיון 80% ומעלה בעלות של כ־40 מיליון ש"ח ^[1]. נתון זה צפוי לעלות עם התמשכות משבר הקורונה. ההסתמכות על יבוא בלבד בעייתית, מכיוון ששביר להניח שבעת מגפה יגדל הביקוש לאתנול אף יותר, ובעקבות זאת יעלה מחירו, וייתכן אף מחסור מקומי או אזורי בו, כפי שנצפה בהתפרצות הנוכחית. יתרה מכך, במקרה של סגירת גבולות יבוא אתנול עשוי להיות בלתי אפשרי. סימנים למחסור באתנול כבר נצפו, ומחיר האתנול העולה גרם למשרד הכלכלה להגביל את מחיר האלקוהול (החל ב־15 במרץ 2020, על פי פרסומים שונים) ולאסור זמנית על יצוא שלו ^[2]. הרוב המכריע של ייצור האתנול העולמי מבוסס על התססה של סוכרים המופקים מגידולים ייעודיים (קנה סוכר

זבל של אדם אחד הוא אוצר של אדם אחר – שימוש בפסולת צמחית לייצור חומר חיטוי למאבק במגפת הקורונה

ברק הלפרן ^[1]*, רועי פרץ ^[1], יורם גרשמן ^[2] והדס ממן ^[1]

^[1] ביה"ס להנדסה מכנית, הפקולטה להנדסה, אוניברסיטת תל־אביב

^[2] המחלקה לביולוגיה וסביבה, הפקולטה למדעי הטבע, אוניברסיטת חיפה ומכללת אורנים
* barakhalpern@mail.tau.ac.il

אחד מכלי המאבק העיקריים להתמודדות עם התפשטות נגיף הקורונה (SARS-CoV2) הוא הקפדה על היגיינה, בדרך של רחיצת

בברזיל, גרעיני תירס בארה"ב וגרעינים שונים באירופה). מדובר בעובדה מדאגה, כיוון שגידולים למטרות אנרגיה מתחרים עם גידולי מזון על שטחי החקלאות, המים, הדשן ומשאבים נוספים. אי לכך, מושקעים מאמצים רבים בייצור אתנול מפסולת, בדגש על פסולת צמחית (ליגנר-צלולטית) כגון קש, פסולת נייר וקרטון, דשא וכיו"ב (טבלה 1 מתארת את הרכב הסוגים השונים של הפסולת). צמחים מורכבים בעיקר מצלולוז (תאית), שהוא פולימר של גלוקוז – התוצר הסוכרי שמקורו בתהליך הפוטוסינתזה. ניתן לפרק שרשרת רב-סוכרים זו בתהליך אנזימטי פשוט: אנזים (חלבון המזרז תהליכים כימיים ספציפיים) מסוג הידרולאז מזרז הגבה עם מולקולות מים לטובת שחרור מולקולות גלוקוז מהפולימר. התגבר הוא הנגשת אותו פולימר לאנזים, שכן, בדומה לבניין המורכב מפלדה ומבטון, התאית והליגנין שזורים אחד בשני, ונדרשת הפרדה. כיוון שכך, הנגשת הסוכרים מהפסולת הצמחית מחייבת תהליך רב-שלבי: איסוף הפסולת, גריסתה, טיפול-קדם שמפריד בין התאית לשאר רכיבי הפסולת (בעיקר ליגנין), ופירוק התאית לסוכרים שיהיו זמינים לשמרים לטובת תהליך התסיסה, שבו נוצר אתנול. פסולת צמחית נוכחת בתעשיות רבות: מזון, נייר וקרטון, כותנה

טבלה 1. הרכב סוגים נפוצים של פסולת צמחית ^[4]

פסולת צמחית	ליגנין (%)	צלולוז (תאית) (%)	המי-צלולוז (%)
עץ	25–30%	35–40%	20–30%
קש	15–20%	33–40%	20–25%
פסולת תירס	16–21%	28%	35%
פסולת נייר וקרטון	0–15%	85–99%	0
עלים	0	15–20%	80–85%
כותנה	0	80–95%	5–20%
פסולת בננה	14%	13.2%	14.8%

ועוד, היא מצויה בשפע, ויכולה להוות פתרון בר-קיימא לאדם ולסביבה (אתנול יכול לשמש גם תחליף דלק). עם זאת, נכון להיום טיפול-הקדם

של גזם רטוב שאין לו שימוש ^[3], ויכולות להוביל, לפי ניסויי המעבדה שלנו, לייצור של כ-33,000 טונות אתנול בשנה (על בסיס חישוב של 100,000 טונות פסולת יבשה, מתוכה 50% תאית). הפשטות בייצור האתנול והעובדה שלא נוצרים תוצרי לוואי, מאפשרות טיפול מבוצר סמוך למקור ההזנה שמונע את עלויות הובלת הפסולת. שימוש בגישה שלנו לייצור אתנול מפסולת צמחית יאפשר למדינת ישראל לייצר לעצמה את האתנול הנחוץ והמבוקש ללא תלות ביבוא לא יציב, בייחוד בזמן מגפות עולמיות. על בסיס המחקר המתואר כאן נרשם לאחרונה פטנט, ובימים אלה נבנה מחקר חלוץ חדשני בגן הזואולוגי באוניברסיטת תל-אביב בשיתוף משרד המדע, שנועד להוכחת היתכנות מחוץ למעבדה לתהליך שפיתחנו (איורים 1, 2).

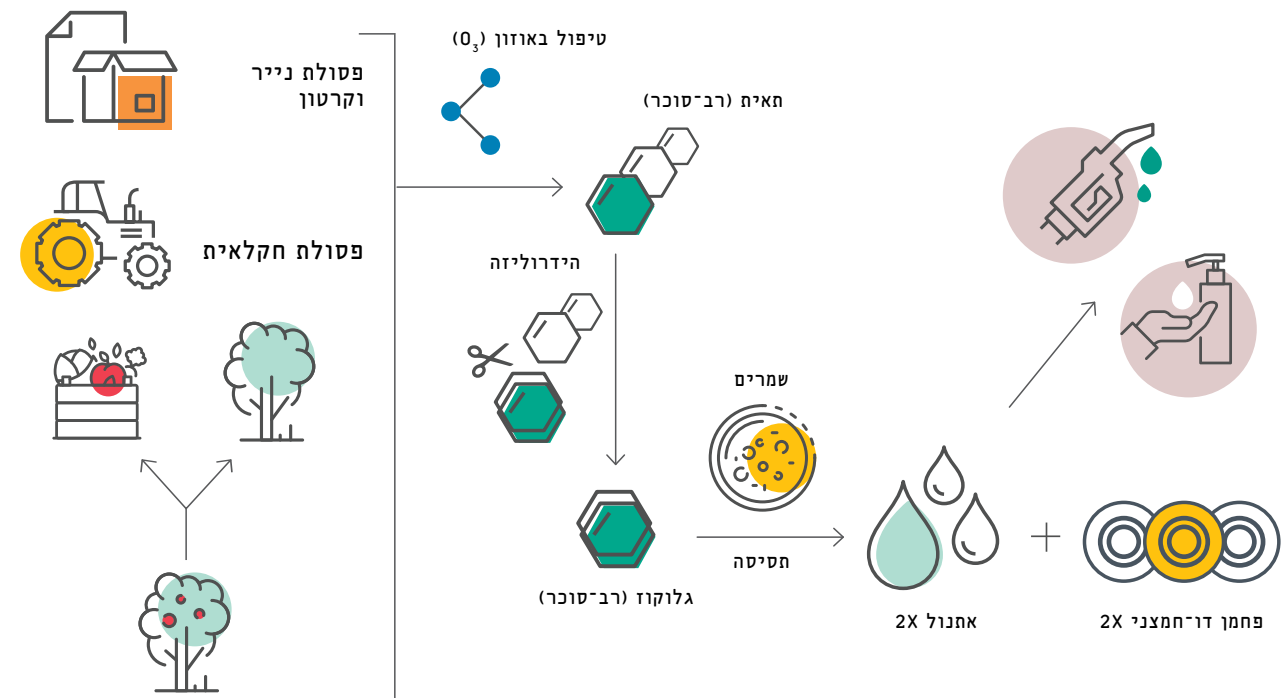
מקורות

ראו פירוט באתר כתב העת.

איור 2. שלבי טיפול-קדם באוזון: הפרדת התאית ופירוק החומר הלא רצוי ניתן לראות את הפירוק על פי שינוי צבע התמיסה מצהוב-כתום (מימין, תחילת הטיפול), לצהוב-ירקרק (5 דקות אוזונציה) ועד לצבע כמעט שקוף (משמאל, 10 דקות אוזונציה).



איור 1. שלבי התהליך – מהפסולת ועד האתנול



מטרות ואמצעים לקידום מחזור פסולת אורגנית

א.ב.י נוביק

שחף תכנון סביבתי בע"מ

avi@seagull-env.com

המחזור הוא אמצעי לטיפול בפסולת, אך לא מעבר לכך. **מטרת-העל היא הפחתה במקור – מניעת היווצרות הפסולת.** היעד של הטיפול בפסולת הוא מניעת הטמנה באמצעות ניצול חומרים לאחר הצריכה – שימוש חוזר, מחזור והשבה (הפקת אנרגיה מפסולת).

להלן יובאו סקירה קצרה של הכשל במחזור פסולת אורגנית בישראל והצעה להעלאת שיעור המחזור בכלל, וטיפול במרכיב האורגני הרקבובי בפרט.

בהשוואה לאירופה, האפיון הבולט ביותר של הפסולת בישראל הוא תכולה גבוהה של הפסולת האורגנית הרקבובית (פסולת מזון). פסולת זו היא ההזדמנות הגדולה שלנו להקטנה משמעותית של כמות הפסולת להטמנה על-ידי טיפול בזרם הפסולת המרכזי בטכנולוגיות ראויות (שיוצגו בהמשך). תמונת המצב הנוכחית לטיפול בפסולת אורגנית בישראל משתקפת באתר הקומפוסט טובלן שבבקעת הירדן, כ-90% מהפסולת האורגנית שאינה מוטמנת מטופלת בו כיום. האתר קולט אלפי טונות פסולת אורגנית ביום,



באתר טובלן ("משואה") מטופלת 90% מהפסולת האורגנית שאינה מוטמנת | צילום: א.ב.י נוביק, שחף תכנון סביבתי

שמקורה בהפרדה בתחנות מעבר ממיינות באיכות נמוכה, ומתופעל באופן הבסיסי ביותר – ערמות פתוחות ללא כיסוי, בעזרת מהפך מכני. התוצר מכונה באירופה Compost-Like Outputs (CLO) ^[1], וראוי להגדרה – "קומפוסט כאילו", או למען הדיוק, חומר אורגני שעבר ייצוב. במקרים מסוימים הוא משמש לגינון בשולי כבישים או כחומר כיסוי במטמנות. עם זאת, מוצר זה (CLO) אינו ראוי להיחשב מחזור, מאחר שאינו מביא תועלת בחקלאות או שיפור אקולוגי, ועלול בסופו של דבר להימצא בשטחים פתוחים ולפגוע בסביבה. השינוי בתחום זה בישראל עשוי להתרחש כאשר תהיה דרישה רגולטורית להפרדה במקור (דרישה מחייבת מינואר 2027 מצד השוק האירופי), ונאמץ את האסדרה להכרה במחזור על בסיס המושג End of Waste (EoW) שמשמעותו עמידה בארבעה תנאים:

- לחומר או למוצר יש שימוש למטרות מוגדרות.
- לחומר או למוצר יש ערך כלכלי, כלומר ביקוש או שוק פעיל.
- החומר או המוצר עומדים בדרישות הטכניות לשימוש ביעודם, באופן שעומד בהוראות כל תקן, דרישה חוקית או אמת מידה לגבי אותו מוצר או חומר.
- הפינוי, תהליך הטיפול והשימוש בחומר או במוצר לא ישפיעו באופן שלילי על הבריאות או על הסביבה (לפי ניתוח LCA).

הדרך להשגת יעדי הטיפול בפסולת אורגנית בישראל כדי לעמוד במטרת-העל של הפחתת כמות הפסולת המוטמנת בישראל, נדרשת קבלת החלטות אמיצה, שמונעת פעילות מתקנים המייצרים "קומפוסט כאילו" (CLO), ואסדרה של הטיפול בפסולת אורגנית, שעשויה להפחית את ההטמנה בהיקף של 25% בתנאים המתחייבים:

- חובת הפרדת פסולת אורגנית במקור, לכל יצרני הפסולת
- הקמת מתקני עיכול אל-אווירני (anaerobic) להפקת אנרגיה מהפסולת האורגנית
- הקמת מתקני ייצוב (קומפוסטציה) וטיפול משלימים לתוצרי העיכול האל-אווירני, שיאפשרו שימוש מיטבי במכלול הפסולת האורגנית.

אסדרת הטיפול בפסולת בישראל הקמת מתקני קצה לטיפול בפסולת בישראל מחייבת גישה מערכתית ליצירת שיתופי פעולה בין משרדי ממשלה, רשויות מקומיות (באגני היקוות פסולת) והשוק הפרטי. שיתוף פעולה מסוג זה אינו קיים בישראל כיום. יותר מכך, קיימים חוסר אמון, היעדר שיח ולעומתיות, שיוצרים חסם לקידום הטיפול בפסולת. להלן צעדים הכרחיים ושימים, לפי סדר העדיפות, לשינוי הנדרש בשוק הפסולת בישראל כמתחייב במדינה מתוקנת שנושאת באחריות הסביבתית לפסולת שלה:

- תשלום ישיר עבור הפסולת שאנו מייצרים** – פריצת הדרך התרחשה עם קביעת האחריות של העסקים לפסולת שהם מייצרים. חובה להרחיב את האחריות ישירות על כל יצרני הפסולת, כולל משקי הבית.
- הפחתה במקור** – באירופה מכוונים ליעד של 50% עד 2030. הצעד הקודם (תשלום ישיר) מבטיח את הטמעת ההתניה המתחייבת בשינוי תרבות הצריכה. גישה מערכתית הנשענת על חינוך, הסברה ותגמול עשויה להביא אותנו לצמצם פערים מול אירופה.
- הפרדה במקור** – על אף הדעה הרווחת בציבור, כמו גם הכישלון לכאורה של המהלך שהוביל המשרד להגנת הסביבה בעבר, הנכונות של הישראלי לחסוך בתשלום הישיר לפסולת (הצעד הראשון) עשויה להפתיע אותנו – אם נסייע לכך בהנגשת מתקני האצירה להפרדה במקור ובמתן שירות איכותי ואמין לאורך זמן.
- קביעת הטכנולוגיות הנדרשות במתקני הקצה** – ההתייחסות ל"קומפוסט כאילו", שהוצגה לעיל, היא הדוגמה המובהקת לכך שהשוק מכוון לטכנולוגיה האפשרית הנמוכה ביותר. יש צורך בקביעת אגני היקוות פסולת, שיוקמו בהם מתקני מיון וטיפול ביולוגי (MBT – Mechanical Biological Treatment). במתקנים אלה תיושם טכנולוגיית תסיסה אל-אווירנית (הפקת גז מתאן) ויבוצע ייצוב של התוצרים כדי להבטיח עמידה בתנאי המחזור ויישום עקרון הסמיכות (מחויבות לטיפול בפסולת בקרבה למקום היווצרותה).
- התערבות בשוק הפסולת** – תפיסת השוק החופשי אינה מוכיחה את עצמה בתחום הפסולת. נדרשת מעורבות ממשלתית פעילה, שיוצרת הזדמנויות ריאליות למימוש כספי היטל ההטמנה. נדרשים שיתוף פעולה ועבודה מערכתית של משרדי הממשלה תחילה, לאחר מכן של השלטון המקומי (בסיוע ממשלתי) ובהמשך של כל בעלי העניין. ההתערבות במקרה זה חייבת להיות מותאמת לשוק הישראלי, ולא דווקא להתבסס על כלים מקובלים בעולם.

יישום מדיניות הנסמכת על הצעדים ההכרחיים הללו במשך טווח ארוך (עשרות שנים) על בסיס אבני דרך מוגדרות לכל עשור, עשוי להוביל את ישראל למקום ראוי בטיפול בפסולת ולעמידה ביעדים בין-לאומיים מחייבים.

מקורות

- [1] Donovan SM, Bateson T, Gronow JR, and Voulvoulis N. 2010. Characterization of Compost-Like Outputs from mechanical biological treatment of municipal solid waste. *Journal of the Air and Waste Management Association* 60(6): 694–701.

פרק ד': הטמנה

צילום תרמי כאמצעי לזיהוי בעירות פנימיות ושחרור ביוגז באתרי הטמנת פסולת

דרור נחמיאס ויובל עשת*

משרד אדמה מדעי הסביבה והגיאולוגיה בע"מ

* yuval@adam-ma.co.il

אתרי הטמנת פסולת סגורים ופעילים מחוללים מפגעי ריחות, פליטות ביוגז ושרפות תת־קרקעיות ועל־קרקעיות. מפגעים אלה יוצרים סכנה בריאותית לאוכלוסייה הסמוכה. הסיבה העיקרית להתלקחויות היא הטמנה לקויה ועלייה בכמות החמצן בגוף הפסולת, הגורמים להתגברות פירוק חיידקי ולעליית טמפרטורה. בעירות מתלקחות בדרך כלל בגלל מגוון סיבות – חומרים אסורים להטמנה, הידוק לא נכון, חישוב מקטעים בגופי פסולת, תנאי הידוק קשים מלכתחילה, כגון תא פסולת הצמוד למסלע סדוק, ועוד. התלקחות שרפות באתרים נחשבות בדרך כלל לעבירת תפעול של האתר.

הבעירות הפנימיות מתאפיינות בבעירה לאורך זמן (שבועות עד חודשים), ובעלייה גדולה של ריכוזי גז פחמן חד־חמצני (CO). השיטה המקובלת לזיהוי בעירות פנימיות היא מדידת רמת CO באמצעות דוגמי שדה. שיטה זו אינה מספקת ודאות לקיום בעירה פנימית. לחוסר הוודאות מספר סיבות: ראשית, הגז הנפלט מתפזר, ולכן קשה לדייק בקביעת מקור הפצתו. סיבה נוספת היא שרק בריכוז גבוה (1,000 ppm) ניתן לומר בוודאות כי מתרחשת בעירה פנימית, בעוד שרמת CO נמוכה יותר תיחשב חשודה בלבד.

אנו משתמשים בזיהוי בעירות ונקודות שחרור של מתאן (CH_4) וגזי בעירה מאתרי פסולת באמצעות מצלמה תרמית (**איור 1**). הצילום התרמי מאפשר בחינת מוקדי חום בהקשר של פליטת גזים מגוף הפסולת לסביבה. לגז טמפרטורה גבוהה יחסית, ולכן הנחת העבודה היא שבמוקדי השחרור של הגז לסביבה טמפרטורת הקרקע בנקודת היציאה גבוהה לעומת אזורים אטומים שלא נפלט מהם גז. בסקר שביצעה הרשות הסביבתית באנגליה נמצא כי מוקדים בגוף הפסולת שאותרה בהם דליפת מתאן באמצעות בדיקות מעבדה, התגלו וזהו גם בעזרת צילום תרמי. בנקודות אלה נמדדה בעזרת המצלמה טמפרטורה הגבוהה בשתי מעלות צלזיוס מקרקע שלא נצפתה בה דליפת גז.

במהלך הצילום התרמי נקלטות קרני תת־אדום מהאובייקטים

המצולמים. מצלמה מתאימה מודדת טמפרטורה בפני שטח של גופים ברמת הפרדה של 0.1 מעלות. המצלמה ממירה מיפוי טמפרטורות לצבעים, וכך ניתן לקבל כלי איכותי לזיהוי מוקדי חום באתרי פסולת, שמייצגים אזורי שחרור גזים בשל בעירות תת־קרקעיות.

יש לבצע את הצילום התרמי בשעות לילה מאוחרות או בשעות בוקר מוקדמות, לאחר שפני השטח הספיקו להתקרר מחום השמש ביום החולף, כדי לאפשר משרע טמפרטורה גדול בין המוקדים לבין פני האתר שאין בהם חימום מתת־הקרקע. התצלומים נעשים מזווית רחבה כדי לקבל תמונה תרמית כללית של אתר הפסולת. בשלב הבא, על פי זיהוי אזורים חמים, ניתן לצלם תמונות תקריב של פני גוף הפסולת ולמדוד את טמפרטורת האוויר והקרקע. יש לדגום מוקדי חום באמצעות דוגם גז שדה לזיהוי המקור – שרפה תת־קרקעית או אזור פליטת ביוגז – ובהתאם למקור להציע פתרון הולם. שיטת הצילום התרמי מתאימה בייחוד לאתרי פסולת ביתית (מעורבת), המתאפיינים בבעירות רדודות יחסית בשל זמינות חמצן לבעירה. מניסיון העבר להלן מספר דוגמאות למקרים מעודדי בעירות באתרים שונים:

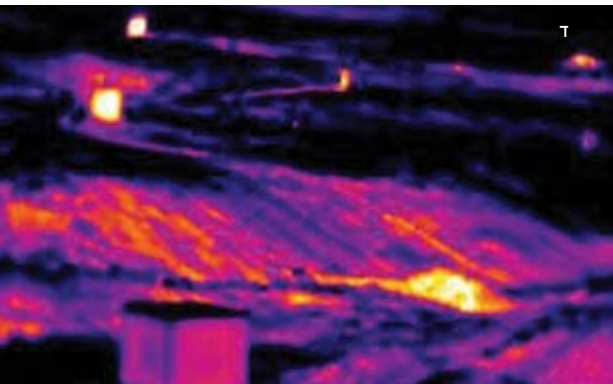
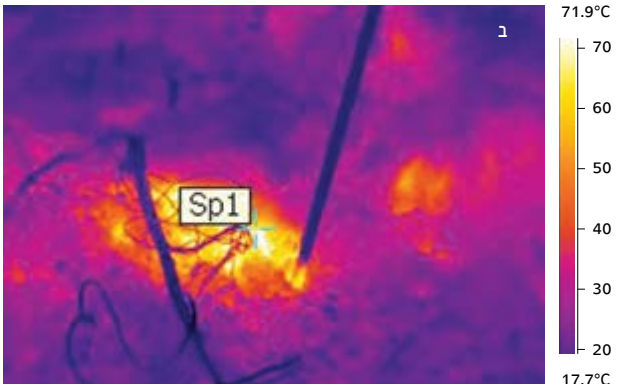
- אתר הטמנת פסולת יבשה הצמוד לקיר סלע בטופוגרפיה חריפה, שמעודדת כניסת אוויר במגע שבין גוף הפסולת לבין קיר הסלע וכן בסידוק הפתוח לחמצן בגוף סלע זה;
- אתר הטמנת פסולת הממוקם על מצע חולי שמאפשר הסעת חמצן בקלות;
- אתר הטמנת פסולת יבשה עם פרגמנטים רבים וגדולים של פסולת בניין שקשה להדקה ולאטמה;
- גדילת צמחייה שיצרה בשורשיה אזורי כניסת חמצן;
- התחתרות ערוצי ניקוז בגוף הפסולת ויצירת מוקדי בעירה בהתאם.

בדיקה ראשונית של אתר הטמנת פסולת פעיל או משוקם בעזרת צילום תרמי מאפשרת היכרות ראשונית משמעותית של תכונותיו, כגון: איכות כיסוי הפסולת, קיום פליטות ביוגז, קיום מוקדים המעידים על בעירות תת־קרקעיות, אזורים רטובים מתשטיפים שבדרך כלל מוצגים בטמפרטורה שונה, פוטנציאל מפגעים לסביבה ורמת ההידוק של הכיסוי.

הכלי יעיל בשגרת בקרה שוטפת של אתרים וכן בחקירה סדורה לקראת שיקום. השיטה משמשת את משרדנו בהצלחה ככלי איכותי אמין בעשרות אתרי פסולת ללימוד ראשוני של מאפייני אתרים והבעיות שבהם.

איור 1. תמונות מסקר בעירות באתר הטמנת פסולת

בתמונה א', שצולמה באור נראה, ניתן להבחין בפליטת עשן ובסימני חריכה על הקרקע. בתמונה ב', שצולמה באותו מקום בתת־אדום – הכתם הבהיר, בעל טמפרטורה גבוהה באופן משמעותי מהסביבה, משחרר עשן וגזי שרפה ומקרין חום. בתמונה ג' מצולמים אתר הטמנת פסולת וסביבותיו באור נראה. בתמונה ד' מופיע אותו אתר בצילום בתת־אדום. המדרון משוקם ללא מוקדי חום, מלבד פסולת חשופה הפולטת ביוגז ומקרינה חום (הכתם הצהוב). בפינה השמאלית העליונה ניתן לזהות מערכת איסוף ביוגז שחמה מסביבתה.



טיפול במפגעי ריח

מאתרי סילוק פסולת –

אבן בוחן לנכונות רשויות מקומיות להקמת מתקני טיפול בפסולת בתחומן

גיא שיאון

אקולוג ויועץ סביבה

guy.sion@mail.huji.ac.il

גילוי נאות: הכותב ייעץ לוועד פעולה אזורי

של תושבי מרכז בקעת הירדן.

בישראל אתרי סילוק פסולת הם מפגע סביבתי, חזותי ומקור לריחות רעים, והם ממקמים רחוק מהעין ורחוק מהלב. היחס אליהם הוא נמב"י, לא בחצר האחורית שלי (NIMBY, Not in my back yard). לעומת זאת, באירופה ישנם אתרי סילוק פסולת במרכזי ערים המשמשים מבני ציבור לטובת הקהילה ותרבות הפנאי, כדוגמת מתקן לשרפת פסולת ולהפקת אנרגיה הממוקם בלב קופנהגן בירת דנמרק (Copenhagen), ומשמש גם מדרון סקי להנאת התושבים. אך מה קורה בישראל כאשר רשות מקומית מרימה את הכפפה, ומאשרת הקמת מתקן למחזור פסולת בתחומה? במרכז בקעת הירדן, בקרבת היישוב משואה, ישנם שלושה אתרי סילוק פסולת הצמודים זה לזה: טובלן, קומפוסט אור וכן אתר הטמנה של פסולת מוצקה, כגון פסולת בניין, שלא יוצר מטרד ריח.

ב'טובלן' קולטים אשפה ביתית, המפוזרת בערמות בשטח פתוח (ולא במכלים סגורים או במתקן סגור, כנהוג באירופה) והרכיבים האורגניים עוברים קומפוסטציה. ערמה 'בשלה' מעמיסים למכל מתכת, המסתובב במהירות ומסנן לפי גודל. הרכיבים המוצקים נותרים בפנים, ואילו פירורי הקומפוסט עפים החוצה (יחד עם חלקיקי פלסטיק או זכוכית באותו גודל). את מטרדי הריח הנגרמים מפירוק החומר האורגני ממסכים באמצעות מערכת אוטומטית המפזרת ריח חליפי למיסוך צחנה, בהתאם לכיוון הרוח ולעוצמתה. מעדויות חקלאים מקומיים עולה כי איכות הקומפוסט הנוצר ירודה. אילו הטיפול היה נעשה במתקן סגור כמו באירופה, הוא היה לא רק מונע מטרדי ריח, אלא גם מונע מציפורים לבלוע חלקיקי פלסטיק, מונע תלונות על חרקים המזיקים לתמרים הנמשכים לזבל, ואף מאפשר יתרונות, כגון יצירת ביוגז.

באתר 'קומפוסט אור' קולטים בוצה מביוביות וממכוני טיהור שפכים. גם הבוצה מפוזרת בערמות בשטח פתוח, וריח הביוב נישא באוויר. איכות התוצר הסופי גבוהה – חלקיקי קומפוסט מוצקים נטולי ריח ואחידים הנאזים למשלוח ללקוחות.

הטיפול בשני המפעלים מתבצע בשטח פתוח (ולא במתקן סגור כמו באירופה), ומביא למטרדי ריח קשים המתעצמים עם



אפשר ללא מטרדי ריח: מרכז לספורט חורף עירוני, על גגות מתקן להשבת אנרגיה מפסולת, בקופנהגן, דנמרק | באדיבות Copenhagen

הגידול בנפח הפעילות. מטרדי הריח נישאים מהאתר למרחק שני קילומטרים, לעבר המושבים הסמוכים: יפית, משואה, פצאל ותומר, ולעבר מבנים בשימושים רגישים שאנשים שוהים בהם שעות מרובות – מבנה המועצה האזורית בקעת הירדן, גני ילדים ובית הספר היסודי – והתושבים מתלוננים. האתרים הצמודים מאשימים זה את זה בגרימת המטרד. רק ניטור אובייקטיבי ולאורך זמן יעיד מיהו הגורם למטרד, אך בינתיים התושבים סובלים, ובשבע השנים האחרונות הבעיה מחריפה משנה לשנה.

ביולי 2019 הפנה יגאל גואטה זרקור ציבורי לבעיה הכואבת בתוכניתו 'האזרח גואטה'. מאז לכאורה לא נעשה הרבה, וייתכן שגם הקורונה היא גורם מעכב. בישיבה שנערכה במשרדי המועצה האזורית בינואר 2020 בהשתתפות מנכ"ל איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון, הוחלט על קדם שימוע לחברות במתחם בנוגע למטרדי הריח ועל ניטור ריח וחלקיקים בקרבת המתחם באחריות האיגוד הערים. נכון לנובמבר 2020, התושבים עדיין ממתינים לביצוע. לתוצאות הטיפול בבעיה חשיבות רבה בקנה מידה ארצי. בצומת החשוב של קיימות וממשל, יש להביא בחשבון את השפעת תוצאות הטיפול בבעיה על נכונות תושבים ורשויות מקומיות להקים בשטחם אתר דומה. תוצאות הטיפול במטרדי הריח במשוואה הן אבן בוחן למדיניות המשרד להגנת הסביבה להתקדם מ־80% הטמנה ורק 20% מחזור, להפרדה במקור לאשפה רטובה ויבשה ובעקבותיה להגיע לשיעורי מחזור של 80% מהאשפה ולהטמנה של 20% בלבד.

ניטור ריח ושיתוף הציבור

ללא טיפול שקוף, שיקלול את שיתוף הציבור וכן ניטור ריח, עלולה המציאות שתוארה כאן להעיב על שיתוף פעולה של רשויות מקומיות אחרות עם הקמת מתקני מחזור או סילוק פסולת בתחומן. המשך הטיפול הלקוי עשוי לפגום בהצלחת התוכנית האסטרטגית של המשרד להגנת הסביבה להפחתת שיעורי הטמנת אשפה.

מתקן סגור כמבנה ציבור

כל עוד לא נאמץ את שיטת הטיפול במתקנים סגורים, פיזור הריח יהיה נרחב. באירופה הדגישו שכאשר מטרדי הריח נמנעים ומטופלים ברצינות, ניתן אף לעשות שימוש נבון במתקני מחזור כמבנים לתועלת הציבור – למשל מדרון הסקי בקופנהגן שהוזכר בפתיחה.

חינוך להפרדת פסולת במקור

הפרדת פסולת במקור חוסכת עלויות הפרדה ומוזילה את עלות הטיפול. ברוב הרשויות המקומיות משלמים מחיר גבוה על הטמנה שהולכת ומתייקרת, וזאת אף על פי ש־40% מנפח האשפה הביתית הם פסולת אורגנית הניתנת למחזור כקומפוסט. יוצאת מן הכלל היא זכרון יעקב, רשות מקומית שנעשית בה הפרדה במקור באמצעות תהליך משולב של חינוך, מחזור, צמצום הטמנה ושיתוף הציבור.

סכנה לעתיד

הדוגמה האירופית מצביעה על חשיבותם של התכנון והביצוע, ההתייחסות היצריתית ותהליך קבלת ההחלטות. אני מקווה כי מאמר דעה זה ישמש כלי לשיפור המודעות לנושא, בין היתר מצד מקבלי ההחלטות, ולהבנת ההשלכות של כישלון בטיפול בו. המשך הזנחת המצב ואי־התייחסות למצוקת התושבים עלולים להרתיע רשויות מקומיות מנכונות לטיפול בפסולת בתחומן או לגרום להן לחשוש מהתנגדות התושבים.

תקווה לעתיד

מדוע באירופה ניתן לטפל בפסולת במרכזי ערים? מכיוון שלא מניחים ערמות באוויר הפתוח אלא משתמשים במתקן סגור.

תגובת איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון

יצחק (איצ'ה) מאיר

מנכ"ל איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון
itche@denviosh.org.il

- על אף חשיבות התיאור ההיסטורי של פתיחת אתר סילוק הפסולת טובלן בבקעת הירדן ושני אתרי הקומפוסט הצמודים לו, תקצר הירעה לכך, ולכן אסתפק במספר הערות:
- המטמנה קולטת בעיקר פסולת אורגנית מרשויות מקומיות המפרידות את הפסולת הביתית, וכן פסולת מעורבת מרשויות באזור. בניגוד לנכתב, אין קליטת פסולת בניין.
 - לשני אתרי הקומפוסט חשיבות רבה, והם משרתים את מדיניות המשרד להגנת הסביבה. האתרים תוכננו כמתקנים פתוחים בהתאם למאפייני האקלים והקרקע בבקעה, והם נותנים פתרון לטיפול בבוצות מכוני טיהור שפכים ובפסולת אורגנית.
 - משלב התכנון היו כל המאסדרים מעורבים בבדיקה ובאכיפה. איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון מפקח על האתרים בתיאום עם המשרד להגנת הסביבה, המנהל האזרחי והמועצה האזורית.
 - בעקבות התגברות מטרדי הריח אכן יש צורך בפתרון הבעיה. צמידותם של שלושה מוקדים, השונים במהותם ובאינטרסים שלהם, יוצרת קושי רב לאסדרה, וזהו מקרה קלאסי של הטלת אחריות האחד על השני. בשנה החולפת נדרשו האתרים להציג לנו סקרי ריח, תוכניות לפתרון הבעיה ועמידה בתנאי רישיונות העסק. עקב איחור בביצוע השינויים הנדרשים שולב בימים אלה המשרד להגנת הסביבה באכיפה מולם.

ההצלחה בזכרון יעקב מדגימה כי הדבר אפשרי גם בארץ. יש להשקיע בתכנון יעיל ובמתקנים המפיקים חשמל מהתהליך ותועלת לתושבים, ללא שמץ של מטרד ריח.

תודה לאיתמר רעיוני ולשירה על הערותיהם, ולענבר קמחי־אנגרט ולשחר בוקמן על העריכה.

מקורות

- [1] Nordestgaard PM and Arndt CH. 2019. Amager Bakke: A steel building with the design challenge of creating a world famous recreational roof. *CE/papers* 3(3–4): 151–156.

ה. לעניות דעתי, קביעתו של גיא שיאון – כאילו מתקני הקומפוסט הסגורים הם הפתרון האולטימטיבי למטרדים – היא קביעה פשטנית. לא ניתן לקבוע זאת ללא בחינת כל נותני האקלים ומידע רב אחר, הכולל את שיטות הטיפול והנטרול. בארץ ובחו"ל קיימים מתקני ייצור קומפוסט באוויר הפתוח שאינם גורמים למטרדי ריח, ולעומת זאת ישנם מתקנים סגורים גרועים.

איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון ימשיך לנטר ולפקח במטרה להפסיק את מטרדי הריח ולהביא לשכונות טובה בין האתרים לתושבים, שאיכות חייהם היא החשובה מכול.

תגובת חברת קומפוסט אור

חברת קומפוסט אור דוחה מכל וכול את הטענות. החברה פועלת תחת הנחיות ופיקוח מחמירים ביותר, ומשקיעה במשאבים ובציוד המתקדם ביותר בעולם כדי לא להפיץ ריחות שעלולים לפגוע במרקם החיים של התושבים באזור. במסגרת זו נערכות בפארק מחזור אור בדיקות ניטור ריח מטעם החברה באופן קבוע ושוטף, ובמקום אף פועלת תחנה מטאורולוגית שנותנת אינדיקציה יום־יומית לכיווני הרוח. פעילות החברה באזורים הפתוחים נעשית על פי משטר הרוחות שנקבע באותה תחנה. כידוע, צמוד לאתר החברה קיימת מטמנת ענק לפסולת ביתית ועוד שני אתרים המכילים קומפוסט מאשפה ביתית.

פרק ה': ניקיון המרחב הציבורי



תן זהוב על מכולת אשפה פתוחה. לאחר החלפת המכולות ופחי אשפה לפחים מוטמנים קטנה פי ארבעה כמות התצפיות של תנים בחינוי מטיילים | צילום: עידו שקד

השפעת פסולת שמשאירים מטיילים על חיות הבר בפארק הכרמל

עמית דולב ^[1]*, בן רוזנברג ^[1], איל כהן ^[1] ושמוליק ידוב ^[2]

^[1] מחוז צפון, רשות הטבע והגנים

^[2] מרכז יונקים, החברה להגנת הטבע

* amitd@npa.org.il

פעמים רבות נהוג להתייחס לפסולת בלתי מתכלה שמטיילים משאירים – כלי פלסטיק, שקיות, קופסאות שימורים ועוד – כאל הגורם העיקרי שמזהם את הסביבה ופוגע בבעלי החיים. לא תמיד אנו נותנים את הדעת להשפעה של שאריות המזון המושארות בשטחים הפתוחים. יתרה מזאת, אצל רבים מוכרת האמירה שזו פסולת אורגנית שמתכלה עם הזמן, ושאינ בכך כל רע. האם הנחה זו

נכונה, ואין בכך השפעה משמעותית על חיות הבר? אוכלוסיותיהם של מינים שונים של בעלי חיים מוצאות חלק לא מבוטל ממזון בשאריות אשפה של מטיילים ובפסולת אורגנית מסוגים שונים מפעילות האדם, הזמינות להם באזורים רבים בישראל. דוגמאות לכך מוכרות באזורים הסמוכים ליישובים חקלאיים (בגליל, בגולן, בכרמל ובהרי יהודה), באתרי פנאי ונופש (כדוגמת חניונים למטיילים, יערות קק"ל ופארקים שונים), וכן בתחומי יישובים עירוניים שונים. עבודות קודמות הראו שעודפי מזון זמין גורמים לגידול יתר של אוכלוסיות שועלים ותנים, שצמצום מקורות המזון מאפשר את ויסות אוכלוסיותיהם ^[1, 2, 5], וכן שאוכלוסיות יתר של תנים המתקיימות לצד יישובים עם פסולת חקלאית, מאיימות על קיומן של אוכלוסיות צבאים בגולן ^[3].

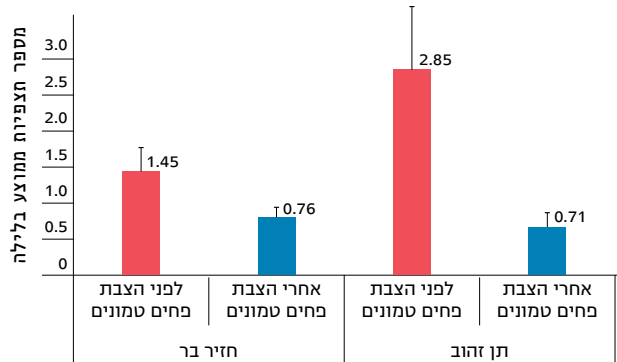
צמצום מקורות המזון ובדיקת השפעת הצמצום על חיות בר באזור נרחב בוצעו בשנים האחרונות בחינוי גן לאומי פארק הכרמל של רשות הטבע והגנים. אל 22 חניונים אלה, המשמשים לפנאי

ולנופש בחיק הטבע, מגיעים כשני מיליון מבקרים בשנה. הפעילות הנרחבת של המבקרים מותירה אחריה כמויות רבות של פסולת בלתי מתכלה ושל פסולת אורגנית. צוותי תחזוקה רבים עוסקים כל ימות השנה בניקיון החניונים, אך קיים קושי רב להצליח בסוף כל יום לפנות את השאריות הרבות, בפרט בסופי שבוע ובחגים. בעקבות זאת, נותרת בחניונים פסולת רבה בסוף כל יום, שפזורה למחרת ברחבי החניונים לאחר פעילות לילית של חיות הבר. בחינה מפורטת מגלה שהפסולת שפזורה היא הפסולת הבלתי מתכלה. הפסולת האורגנית כמעט ולא נראית בבוקר המחרת, כלומר, זוהי 'פסולת שקופה' שנעלמת מהשטח לאחר שנאכלה על-ידי חיות בר. כאן עולה השאלה, מה עוצמת השפעה שלילית של פסולת זו על חברת חיות הבר? הנחת הבסיס מעבודות קודמות ^[1, 2, 5] היא שצמצום הפסולת האורגנית הזמינה לחיות בר תקטין את אוכלוסיות היתר של המינים השכיחים, ותקטין את הפגיעה ואת חוסר האיזון במינים האחרים.

לצורך כך בוצע מיזם ממשקי לצמצום ההשפעה של פסולת מטיילים על אוכלוסיות חיות בר בפארק הכרמל, שכלל הסדרה של מתקני פסולת על-ידי הוצאת כל מכולות האשפה הפתוחות והפחים הקטנים, ששימשו עד אז לקליטת פסולת מטיילים, והצבת פחים טמונים גדולים שמונעים גישה מבעלי חיים במקומם. במסגרת המיזם הוצבו 36 פחים טמונים ב־20 חניונים בכרמל באפריל 2017. לצורך בחינה של יעילות ממשק זה נבחרו עשרה חניונים, שפעילות המטיילים בהם רבה ושהוטמנו בהם הפחים והוצאו מהם מתקני האשפה הקודמים ^[4]. בחניונים אלה בוצעו שני סקרי יונקים גדולים ובינוניים, כשנה לפני הצבת הפחים הטמונים (מאי 2016) וכשנה לאחר הצבתם (מאי 2018). הסקרים התבססו על דגימה בעזרת מספר מצלמות לכידה שהוצבו ברחבי כל חניון לתקופה של כשבועיים בכל פעם. המידע מהמצלמות מוין למספר אירועי צילום (להלן תצפיות). כל אירוע מייצג רצף תמונות שתועדו בהן פרטים מאותו המין.

תוצאות הניטור כללו 1,170 אירועי צילום בחניונים, שתיעדו 11 מינים של יונקים מקרב חיות הבר (חזיר בר, תן זהוב, שועל מצוי, קיפוד מצוי, גירית מצויה, דורבן, נמייה, צבוע מפוספט, דלק, זאב ויחמור) וכן חתול הבית. **בתקופה שלאחר הסדרת הפחים בחניונים ירד מספר התצפיות של יונקים שתועדו בחינוי המטיילים ב-60%.** המינים העיקריים שתועדו בחניונים היו תן זהוב וחזירי בר, שתועדו בכ־80% מאירועי הצילום לפני הצבת הפחים. לאחר הסדרת הפחים תועדה ירידה של פי ארבעה במספר התצפיות של תנים וירידה של כפי שניים במספר התצפיות של חזירי בר (**איור 1**). מינים אלה נמצאו כמושפעים ביותר מהפחתת כמות עודפי הפסולת האורגנית בחניונים.

איור 1. מספר אירועי צילום (להלן תצפיות). ממוצע בלילה, שנה לפני הצבת הפחים הטמונים ושנה אחריה
נמצאה ירידה של פי ארבעה במספר התצפיות של תנים זהובים, וירידה של כפי שניים במספר התצפיות של חזירי הבר.



הירידה הדרסטית בהיקף פעילות התנים והחזירים בתחומי החניונים מלמדת על התלות הרבה של מינים אלה בפסולת האורגנית. פסולת זו היא מקור אנרגיה משמעותי עבורם, שתומך בהצלחת הרבייה שלהם ובהגדלת אוכלוסיותיהם, וכך נגרמת דחיקה של מינים אחרים. שיתוף פעולה של ציבור המטיילים בהשלכת הפסולת לפחים הטמונים תורם לצמצום 'הפסולת השקופה', מקטין את חוסר האיזון במערכת הטבעית, ומאפשר למגוון רב יותר של מינים להתקיים.

מקורות

- [1] דולב ע, בינו ג, אורון (בן צבי) א ואחרים. 2013. השפעת סילוק מוסדר של פגרי עופות מלולים על אוכלוסיות טורפים ונטרפים בסביבה סמוכה. אקולוגיה וסביבה 14(1): 44–49.
- [2] דולב ע, קפוטא ד, טלמון ע ואחרים. 2016. ממשק אוכלוסיות יתר של תנים – מתאוריה למציאות. אקולוגיה וסביבה 17(2): 137–145.
- [3] זלץ ד, קפלן ד, לוטן ר ודגני ג. 2002. בניית מודל טורף/נטרף לקביעת מדיניות ממשק לשם מניעת המשך התדרדרותה, שיקומה והבטחת יציבותה לאורך זמן של אוכלוסיית הצבאים ברמת הגולן. דו"ח מסכם למשרד המדע.
- [4] ידוב ש ודולב ע. 2019. ניטור ההשפעה של שיפור הסניטציה בעזרת הוספת פחים טמונים על פעילות יונקים בחינוי פארק הכרמל. בתוך: דולב ע ואחרים (עורכים). דו"ח שיפור הסניטציה בחינוי פארק הכרמל. הוגש לקרן שטחים פתוחים.

[5] Bino G, Dolev A, Yosha D, et al. 2010. Abrupt spatial and numerical responses of overabundant foxes to a reduction in anthropogenic resources. *Journal of Applied Ecology* 47: 1262–1271.

לקראת מרחב ציבורי נקי – הפוטנציאל הגלום במדיניות המותאמת למקומיות

גילי ברוך* ומעיין אילת**

צוות חדשנות עירונית, באר שבע

*gilibaruch1@gmail.com

**maayanpn@gmail.com

טיפול בפסולת הוא שירות בסיסי שרשויות מקומיות מפעילות, ולרוב הוא נתפס כסוגיה תפעולית, הכוללת תהליכי פינוי, הפרדה, סוגי כלי אצירה, שגרות פינוי אשפה וכדומה. טענתנו היא, שרשויות מקומיות ייטיבו לעשות אם יפתחו "מדיניות פסולת מותאמת מקום", מתוך הבנה ש"פסולת", "זבל" ו"לכלוך" נושאים משמעויות תרבותיות וחברתיות, וככאלה יש להם השפעה משמעותית על החיים העירוניים. מצב ניקיון המרחב הציבורי בעיר מעורר רגשות עזים, משליך על מערכות יחסים בין קהילות, משפיע על הקשר שבין התושבים לעירייה ועל שביעות הרצון שלהם מהעיר בכלל. עיריית באר שבע הציבה את ניקיון המרחב הציבורי בראש סדר יומה לשנת 2020. סקר שערכנו באוקטובר 2019 בקרב תושבי באר שבע, הראה שרק כרבע מהתושבים שבעי רצון מרמת הניקיון בעיר, בשכונה ובסביבת הבית. תהליך העבודה להתמודדות עם האתגר התבסס על מתודולוגיית "עיצוב שירות", בהובלת צוות חדשנות עירונית שפעל בעיר בשלוש השנים האחרונות, בתמיכת קרן בלומברג. הצוות עבד כצוות מחקר ופיתוח פנימי-חיצוני, בצמוד לגורמים העירוניים. תהליך העבודה נועד לחקור, ליצור רעיונות חדשים, לסייע בגיבוש מדיניות ולהניע לפעולה. שיטת העבודה כללה שילוב של שיטות איסוף נתונים, עיבוד כמותני ואיכותני, ניתוח אתגרים והזדמנויות לפעולה, מפגשי רעיונאות (ideation) עם תושבים, התנסויות בשטח וגיבוש מדיניות כוללת.

החשיבה העיצובית, שהנחתה מתודולוגית את התהליך, מאמצת את נקודת המבט ואת חוויית השימוש הממשית של תושבים ובעלי עניין אחרים במרחב העירוני. במהלך המחקר נחשף החיבור בין תפיסות לגבי ניקיון לבין הייחודיות המקומית של באר שבע והאופנים שהתושבים, בעלי עסקים ועובדי עירייה מפרשים את המציאות בהקשרה של ההיסטוריה העירונית ובעיקר כחלק מהזהות הבאר־שבעית שלהם. זאת ועוד, רגשות ותפיסות משפיעים על דפוסי השימוש הנובעים מן המאפיינים הפיזיים הייחודיים של העיר ומושפעים מהם: פריסת השכונות והוותיקות והחדשות, תנאי האקלים, תהליכי הבינוי המעצבים מחדש את הנוף ועוד^[5,3]. כל אלה משפיעים על מצב הפסולת, על התנהלות התושבים ועל מדיניות העירייה לא פחות ממצבן של התשתיות הפיזיות.



המשכן לאומנויות הבמה בבאר שבע. דוגמה להדגשת סמלים מקומיים כאמצעי להגברת אחריות תושבים, במסגרת מיזם ניקיון עירוני במדיה החברתית | באדיבות חברת Signaturelt

ההקשר הפרשני המקומי עיצב בהמשך את ההתנסויות בשטח ואת ההצעות למהלכים. ארבע שאלות המפתח שהצוות חקר היו: מה נתפס כמרחב מלוכלך? אילו רגשות הלכלוך מעורר בקרב התושבים? מהו הקשר בין דפוסי השימוש של תושבים במרחב הציבורי לבין התנהגותם בתחום הניקיון? כיצד תופסים התושבים את אחריות הגורמים השונים על ניקיון המרחב הציבורי? **ההגדרה** – "מהו לכלוך"? משתנה בין שכונות שונות וזמנים שונים במהלך השנה, ולא פחות חשוב: ההגדרה המקובלת מתרחבת להיבטים נוספים של התנהגות, כמו ונדליזם כלפי רכוש. עוד עלה כי היקפי הבנייה העצומים בעיר המתפתחת יוצרים עבור התושבים חוויה מתמשכת של "חיים באתר בנייה" ונקשרים ללכלוך. **רגשות** – הלכלוך מעורר בקרב התושבים תחושות הקשורות בקשר הדוק עם ההיסטוריה העירונית ועם הדימוי הציבורי שיש לעיר. תושבי באר שבע אוהבים את עירם, מעריכים מאוד את ראש העיר, וגאים בהתפתחות שהעיר והעומד בראשה מובילים. כגודל האהבה כך גם גודל התסכול ממצב הניקיון במרחב הציבורי, כשהמתח בין הגאווה לתסכול מתורגמים לתליית האשמה ב"תושבים אחרים", האשמות הפוגעות בסולידריות החברתית בעיר. התסכול מתורגם גם לכעס המופנה כלפי גורמי האכיפה בעיר, שלכאורה מאפשרים תופעה של "חצר אחורית". בה בעת, תחושות התסכול, ובעיקר הגאווה המקומית, הן מנוע פוטנציאלי לפעולה ולגיבוש אחריות משותפת לרשות העירונית ולקהילה. מינוף הגאווה המקומית הוביל לבחירת אייקונים מקומיים כבסיס לקמפיין ניקיון שהעירייה קידמה במהלך ספטמבר 2020.

שימושיות – היחסים ההדוקים בין דפוסי השימוש במרחב לבין מצב הניקיון שלו מושפעים מהיסטוריית התכנון והבנייה של באר שבע, שהולידה עם השנים עיר בפריסה גאוגרפית רחבה, מרחבים ציבוריים מרוחקים ואף מנותקים זה מזה^[4,2,1]. בעקבות זאת, הרוב המוחלט של התושבים מחזיק רכב פרטי כאמצעי תנועה ראשי, המשמש בפועל לתנועה פונקציונלית המצמצמת את השהייה במרחב הציבורי. הימנעות משימוש במרחב גורמת לניכור, המתגבר בתורו לנוכח מצב הלכלוך.

אחריות משותפת – אחריות משותפת (של העירייה והתושבים) יכולה לצמוח רק כשיש לתושבים חיבור עם המרחב והם חשים תחושת שייכות, בעלות ואחריות. למשל, למדנו שכאשר העירייה מבצעת שיפוץ פיזי, יש צורך להגביר את אחריות התושבים לשמירה על המקום באמצעים שונים כמהלך משלים. לדוגמה, באמצעות אירוע קהילתי בהובלת תושבים פעילים, שיחבר בין גורמים הפעילים בשטח ונציגי הרשות לקידום שמירת הניקיון לאורך זמן. לסיכום, רשויות מקומיות צריכות לגבש תוכניות טיפול בפסולת שיהיו מחוברות להיסטוריה התכנונית, לנרטיבים המקומיים, כמו גם ל"תחושת המקום" (sense of place) של התושבים ובעלי עניין אחרים בעיר. הבנת העוצמה הגלומה בזוהות ובהיסטוריה מקומית מולידה כיווני פעולה משלימים למהלכים הרווחים, המעשירים את ארגז הכלים של הרשות המקומית. אימוץ "מדיניות פסולת מקומית"

מניעת שרפות פסולת בשטחים הפתוחים – נתונים ראשוניים מפעילות היחידה הייעודית

עודד נחמיה

מנהל היחידה למניעת שרפות פסולת
בשטחים הפתוחים, רשות הטבע והגנים
odedn@npa.org.il

כמו שקורה במקומות רבים מדי ברחבי הארץ, תושבי יישוב קהילתי קטן בצפון הנגב התעוררו בוקר אחד בחורף 2020 לריח שרפת פלסטיק. העשן והריח הנוראי לא עזבו אותם במהלך כל הימים הבאים. ריחות ומפגעי עשן לא היו זרים להם, כמו ללא מעטים מתושבי צפון הנגב: ריחות מאתר דודאים, מרמת חובב ומאתרים ומפעלים נוספים; נוסף להם גם עשן שרפות הפסולת של התושבים הבדואים, שלחלק מהם (הגרים ביישובים לא מוסדרים) אין פתרונות מסודרים לפינוי פסולת. ישנם גם אתרי פסולת והטמנה לא חוקיים שמפעילים עבריינים. באתרים אלה שרפת הפסולת היא הדרך

יתרום לאפקטיביות ובה בעת גם לחוזק הקהילתי ולתחושת שייכות.

תודות

המאמר נכתב על בסיס מחקר מעמיק^[4] ועבודה נרחבת שנעשתה על-ידי צוות חדשנות עירונית באר שבע: ורד גושן, מעיין אילת, תמר רואמר, נועם נוי, קסם עדי, מעיין אליהו ויקיר פרטוש; צוות המחקר: ד"ר גיא שני, מעיין פדן, אוהד חבושה ומריה גרצקי; ליווי מקצועי: ד"ר גילי ברוך.

מקורות

- [1] גרדוסי י ובלושטיין־ליבנון ר. 2001. האקולוגיה העירונית של באר שבע בעידן הגלובליזציה: אטלס חברתי ופוליטי. באר שבע: מרכז הנגב לפיתוח אזורי.
- [2] כהן א. 2006. באר שבע – העיר הרביעית. ירושלים: הוצאת כרמל.
- [3] לפברה ה. 2005 [1974]. ייצור המרחב. בתוך: קלוש ר וחתוקה ט (עורכות). תרבות אדריכלית, מקום, ייצוג, גוף. תל־אביב: רסלינג.
- [4] צוות חדשנות עירונית. 2020. ניקיון המרחב הציבורי בבאר שבע.
- [5] שדר ה ואוקסמן ר. 2004. באר שבע הישראלית בין המקום לבין החזון. קתדרה: לתולדות ארץ ישראל וישובה 107: 81–114.
- [6] שני ג. 2018. התמקמות: על עיצובן המקומי של זהויות המעמד הבינוני בתל אביב יפו ובבאר שבע (עבודה לקבלת תואר דוקטור). באר שבע: אוניברסיטת בן־גוריון בנגב.



שרפת פסולת בתוך מכולת פינוי בדרום השרון | צילום: בוריס קריפק

"היעילה" והקצרה לצמצום הנפח שלה ולפינוי מקום לפסולת נוספת. במקרה הנוכחי, לאחר הגשת תלונות ל"מוקד הסביבה" של המשרד להגנת הסביבה, יצא למקום פקח של היחידה למניעת שרפות פסולת בשטחים הפתוחים. הפקח נפגש עם המתלוננים, ביצע בדיקת מודל רוח (שחזור כיווני הרוחות במשך מספר שעות), ואיתר את מקור המפגע: במסגרת הכשרת מגרשים בתחומי עיר בדואית החל פינוי של פסולת שהוטמנה במקום באופן לא חוקי במשך שנים. הפסולת בערה בעירה תת־קרקעית, ונוצר מפגע עשן משמעותי.

בהמשך לדיווח הפקח הנחה מנהל מחוז דרום של המשרד להגנת הסביבה לעצור את העבודות, והן התחדשו רק לאחר מילוי כל ההנחיות הסביבתיות שנועדו להפחית את הזיהום והמטרד שנגרם לתושבים. פקחי היחידה למניעת שרפות פסולת המשיכו ללוות את הפינוי בפיקוח צמוד על הקבלן, עד גמר העבודה בימים אלה. מפגעי שרפות הפסולת, מעבר להיותם מטרד הפוגע באיכות החיים, מהווים סכנה בריאותית של ממש. מדו"ח המפל"ס (מרשם פליטות לסביבה) שפרסם לאחרונה המשרד להגנת הסביבה, עולה כי בישראל שרפת פסולת אחראית לכ־62% מכלל הפליטות לאוויר של החומרים החשודים כמסרטנים.

במהלך שנת 2019 הוקמה ברשות הטבע והגנים, במימון ובהכוונה של המשרד להגנת הסביבה, יחידה שמטרתה למנוע שרפות והשלכות פסולת בשטחים פתוחים. היחידה מורכבת משלושה צוותים: צפון, מרכז ודרום, ומונה 13 פקחים. כל צוות פועל מול המחוז הרלוונטי של המשרד להגנת הסביבה ובשיתוף פעולה עם המשטרה הירוקה.

מטרות היחידה:

- איתור ומיפוי של ערמות פסולת
- איתור משליכי פסולת, איסוף ראיות ומתן קנסות
- איתור מבעירי פסולת ואיסוף ראיות
- סילוק ערמות פסולת והפעלת גורמי כיבוי בעירות פסולת.

נתונים ראשוניים מפעילות היחידה – החציון הראשון של 2020 מפגעי פסולת

פקחי היחידה דיווחו על 1,641 מפגעי פסולת. כשליש מהם (528 דיווחים) באתרים חוזרים (כלומר, אתרים שהפקח כבר דיווח עליהם בעבר, אבל מתקיימת בהם פעילות חדשה; כמחצית (767 דיווחים) הם על הימצאות פסולת באתרים חדשים, ואילו כחמישית (346 דיווחים) הם על השלכה אקראית של פסולת. פסולת בניין מהווה כמחצית מכלל מפגעי הפסולת המדווחים (ראו עמודת אתרי הפסולת ב**טבלה 1**).

מפגעי עשן

היחידה טיפלה ב־312 מפגעי עשן בעקבות שרפות פסולת (ראו

טבלה 1. סוגי הפסולת שפקחי היחידה מצאו באתרי פסולת ובשרפות פסולת, לפי שכיחות
הטבלה מציינת את מספר אתרי הפסולת שפסולת מסוג מסוים נמצאה בהם.

סוג הפסולת	באתרי פסולת (n=1,641)	בשרפות פסולת (n=312)
פסולת בניין	793	103
פסולת ביתית	576	150
גרוטאות	564	103
גזם	539	108
פסולת חקלאית או ניילון	418	61
פרש בעלי חיים	261	21
פסולת תעשייתית	233	52
תוצרת חקלאית	191	31
פגרי צאן	187	22
חחנות מעבר (סוג פסולת לא ידוע)	161	39
אחר	137	24
חומרי הדברה	99	6
פגרי בקר	78	8
אזבסט	73	10
פגרי עופות	52	4
חומרים מסוכנים	33	7
ביוב או פסולת נוזלית	29	2
פסולת הגיינית	23	3
פגרי דגים	2	1

עמודת שרפות הפסולת ב**טבלה 1**). לאחר הגעה למקום האירוע נערך טיפול מול כלל הגורמים לסיום המפגע וכן נאספו נתונים לצורך אכיפה. פסולת ביתית נמצאה בכמחצית מהשרפות, ורכיבי גזם (חומר צמחי) ופסולת בניין נמצאים בשליש מהערמות הנשרפות. יש לציין שאומנם חוק הניקיון תוקן ב־2018, כך שכיום הבערת פסולת נחשבת לעברה על החוק, אולם תהליך החקיקה לא הושלם, ולכן לא ניתן לתת קנס בגין הבערת פסולת.

אכיפת השלכות פסולת

אכיפה על בסיס חוק הניקיון מחייבת את הפקח לראות את ביצוע

העבירה (השלכת הפסולת) לנגד עיניו. פקחי היחידה איתרו 184 השלכות פסולת בזמן אמת (ראו מפה של פריסת אירועי ההשלכה ב**נספח 1**, באתר כתב העת). ב־133 אירועים שכבר טופלו, נשלחו קנסות לחשודים, בסך מצטבר של 223,900 ₪.

הסברה

התקיימו פגישות רבות עם גורמים שהיחידה משתפת איתם פעולה כגון: כב"א, יחידות סביבתיות, אשכולות של רשויות מקומיות, איגודי ערים, משטרה, וכן פגישות הסברה עם מועצות אזוריות, ועדי

יישובים ועוד. בחלק מהפגישות הוצגו ממצאי הסקרים הנוגעים למפגעי פסולת בתחומי היישוב או המועצה.

לסיכום, אף על פי שהיחידה רק בתחילת דרכה, וישנם עדיין מספר חסמים שצריך לפתור, פעילותה כבר מורגשת במקומות המועדים. אני סבור כי פיקוח ואכיפה מוגברים מחד גיסא, יחד עם הסברה ופתרונות פינוי זמינים מאידך גיסא ויצירת שיתופי פעולה עם כלל הגורמים, יובילו בסופו של דבר לצמצום משמעותי במספרן של השרפות והשלכות הפסולת בשטחים הפתוחים.



נחל חברון, ליד מיתר. שנים רבות שימשו נחלי אכזב ושטחי בור בשולי יישובים בדרום הארץ אתרים להשלכת פסולת, וכך נותרו כ"חצר אחורית" מוזנחת של היישובים בנגב | צילום: גיל סיאקי

שיקום בר־קיימא של אתרים פיראטיים לשפיכת פסולת תוך התגייסות הקהילה

אסף קרואני ^[1] * וגיל סיאקי ^[2]

^[1] מנהל מחלקת ניהול יער, אגף הייעור, קק"ל

^[2] מנהל מחלקת יער במרחב דרום, קק"ל

* AsafK@kk1.org.il

המטייל ברחבי הארץ נתקל לא מעט באתרי פסולת פיראטיים בשטחים הפתוחים. גודלם של אתרים אלה נע בין מכולה בודדת שנהג משאית שפך באופן בלתי חוקי לבין מאות טונות של פסולת הנשפכת באופן חוזר ונשנה לאורך שנים. על פי נתוני המשרד להגנת הסביבה, כשישה מיליון טונות פסולת בנייה נוצרות בשנה:



שיקום נחל זיו (כ־8 ק"מ צפונית־מזרחית לנתיבות). מימין לשמאל: לפני השיקום (2010), לאחר פינוי פסולת ועבודות שימור קרקע (2011), עם צמחייה משוקמת, דרכים וחיץ בינו לבין השטח החקלאי (2019) | באדיבות המרכז למיפוי ישראל

אך איננה מקדמת פתרון בר־קיימא, וכעבור זמן לא רב חלק מאותם אתרים חוזרים להיות אתרי פסולת. האתגר בשיקום אזורים אלה והרצון למנוע מהאזור המשוקם לשוב ולהפוך לאתר פסולת מצריכים פתרון הוליסטי ותהליך שיתופי מצד כל בעלי העניין. שיתופי הפעולה כוללים, בראש ובראשונה, אספות קהילה שנציגי קק"ל מצגים בהן את תוכנית השיקום ויתרונותיה, ובעלי העניין מתגייסים להצלחת התהליך.

פעילות מעין זו מתבצעת בכל רחבי הארץ, ונוכל ללמוד על התהליך המשלב בין השיקום הנופי לשיתוף בעלי העניין מדרך הפעולה של מרחב דרום בקק"ל. שנים רבות שימשו נחלי אכזב ושטחי בור בשולי יישובים בדרום הארץ אתרים להשלכת פסולת בניין, פסולת חקלאית ופסולת אורגנית (ויש שעדיין משמשים לכך גם כיום), וכך נותרו כ"חצר אחורית" מוזנחת של היישובים החקלאיים והעירוניים שהתפתחו בנגב ^[10]. לרוב, שטחים אלה סובלים גם מנזקי סחיפת קרקע עקב עיבודים חקלאיים לא משמרים, פריצת דרכים מיותרת ורעיית יתר.

שיקום שטחים מופרים מעין אלה מתחיל בפינוי הפסולת ובפעילות מקדימה להכנת קרקע וליצירת מתקנים לשימור של קרקע ומים (כגון סכרונים וטרסות) המונעים סחיפה, מסייעים לחלחול המים ולהגדלת עומק הרטבת הקרקע, ומאפשרים התבססות צמחייה והצטברות חומר אורגני. פעולות הכנת השטח כוללות הרחקת עיבודים חקלאיים מאפיק הנחל תוך סיכום והבנות עם החקלאים, שלעיתים נאלצים לוותר על עצים במטע מניב או על קטעים של שדות שלחין ובעל. בשלב הבא מתקיים אירוע לנטיעת העצים בשטחים שטופלו, בהשתתפות תושבי האזור, והוא מסמל נקודת ציון הקושרת את התושבים למאמץ ולמטרה המשותפת. האתר המשוקם הוא כר פורה לפיתוח יוזמות מקומיות, כגון פינוט ישיבה, תצפית, מסלולי הליכה ורכיבה על אופניים. הוא מסייע למפגשים ולגיבוש הקהילה, ומעודד פעילות חינוכית סביבתית בחיק הטבע. לאט לאט הופכת "החצר האחורית" המוזנחת לחזית היישובים ולמקור גאווה מקומית ואזורית המסייע להתפתחות התיירות באזור, מעודד נוכחות תושבים בשטח, ומונע

מהאזור לחזור ולהפוך לאתר פסולת. נוסף על כך, תכנון מרחבי נכון מאפשר יצירת רצועות ירוקות לאורך תוואי הנחל, המקשרות בין היישובים לשטחי יער ומספקות מעטפת הגנה מזהום אוויר ומסופות אבק ^[11]. מעבר לשירותי פנאי ונופש, הרצועות הללו תומכות במגוון הביולוגי ומספקות מגוון שירותי מערכת אקולוגית. שילובן בשטחי החקלאות מסייע בהפחתת סחיפת הקרקע וזליגת מזהמים ^[4], מסייע לשימור ולטיפוח של אוכלוסיות מאביקים, ומספק צוף ופרי.

קק"ל יזמה וביצעה מספר רב של מיזמים מסוג זה. התגייסות הקהילה הוכחה כמתכון מנצח בהתמודדות עם התופעה, והביאה לשינוי משמעותי באיכות הסביבה ובאיכות חיי התושבים ^[9,1]. דוגמאות למיזמים כאלה הן שיקום נחל זיו בשיתוף שדה צבי וקלחים, שיקום נחל גוברין בשיתוף אביגדור, שפיר זרחיה, שיקום נחל חנון בשיתוף ניר עקיבא ושיקום נחל שלחים בשיתוף מבועים ויכני. באזור ואדי עארה, הסובל רבות משפיכת פסולת בלתי חוקית, הכריזו קק"ל והמועצות המקומיות הערביות על מיזם משותף להקמת יערות קהילתיים, שאחת ממטרותיו היא העלאת מודעות התושבים וגיוסם למניעת שפיכת פסולת ביערות הסמוכים ומסביב ליישוביהם ^[3].

עם זאת, הפתרונות הללו נקודתיים, ומטפלים בבעיה לאחר שכבר נוצרה. יש צורך בהתייחסות לאומית כדי למנוע מראש את הישנותה. כדי לצמצם את התופעה נדרשות פעולות נוספות, ויש הכרח במעורבות ממשלתית אינטנסיבית, הכוללת הגברת אכיפה, שיפוט מהיר ועונשים מרתיעים. מעבר לכך, יש לקיים שיתופי פעולה הדוקים בין הגופים המנהלים שטחים פתוחים – קק"ל, רשות הטבע והגנים ובייחוד היחידה שהיא מפעילה למניעת שרפת פסולת בשטחים הפתוחים (ראו עוד בידיעה הקודמת בגיליון זה), משרד החקלאות, מועצות אזוריות וצה"ל – שבמסגרתם ימופו שטחים מועדים לפורענות, ויתוכננו פעולות מגוונות למניעה ובראשן שיקום אקולוגי ומעורבות קהילתית.

מקורות

ראו פירוט באתר כתב העת.



אשפה בחופי ים המלח | צילום: דב גרינבלט, החברה להגנת הטבע

צא לנוף הירוק אך אל תזרוק

איריס האן

מנכ"לית החברה להגנת הטבע

irish@spni.org.il

לפני כשנתיים החלה החברה להגנת הטבע לעסוק בנושא הניקיון במרחב הטבעי הציבורי הפתוח. לפני כן נמנע הארגון מעיסוק בסוגיה סביבתית זו, משום שעד אז התמקד בבעיות סביבתיות היוצרות נזק בלתי הפיך, ובראשן שמירה על שטחים פתוחים מפני פיתוח ובנייה כדי למנוע הרס וקיטוע של בתי גידול.

עם השנים, ולצד ההישגים בהטמעת התובנה בדבר חשיבות הצורך בשמירה על השטחים הפתוחים, התרחב העיסוק של הארגון גם לסוגיות של ניהול המרחב הפתוח. אחת הבעיות הסביבתיות הבולטות ביותר לעין של כל מי שיוצא אל הטבע היא הלכלוך. הטבע הישראלי, ביבשה, במקווי המים המתוקים ובים – מלא לכלוך מסוגים וממקורות שונים: פסולת בניין, פסולת מטיילים, פסולת אורגנית וחקלאית, פסולת אלקטרונית ועוד.

מעבר לצרימה האסתטית ולהרס חוויית הטיול וההנאה מהטבע, יש לפסולת בטבע כמה השלכות סביבתיות מזיקות. ראשית, נזק ישיר לחיות הבר: חיות בר, ביבשה ובים, אוכלות את הזבל שלנו וניזוקות ואף מתות ממנו. חיות בר נלכדות, נחנקות ונפצעות מהפסולת, ולעיתים מתות בייסורים. שנית, נגרמת פגיעה עקיפה, חמורה לא פחות, דווקא מהפסולת התמימה לכאורה, הפסולת האורגנית. הימצאות פסולת אורגנית בטבע גורמת לגידול מהיר באוכלוסיות חלק ממניי הבר (למשל תנים, חיזירי בר) מעבר לכושר הנשיאה הטבעי של השטח. התפרצות האוכלוסיות והחיכוך שלהן עם בני האדם מגדילים את הסיכון למחלות כמו כלבת, ומגבירים את נזקי החקלאות שחיות הבר גורמות. בעקבות

זאת גוברת תדירות ההרעלות, הפוגעות בכל שרשרת המזון בטבע ובסופו של דבר גם בנו, בני האדם. פגיעה זו, הנובעת מקיומה של פסולת חקלאית אורגנית ומתברואה לקויה, היא איום חמור על חיות הבר בישראל ועל המערכות הטבעיות בכלל, ומצריכה טיפול מעמיק. מעבר לנזק האקולוגי, זריקת פסולת בטבע היא ביטוי לתופעה עמוקה יותר, ולמעשה ליחסו של האדם למרחב הטבעי. זריקת הפסולת או אי־איסוף שלה הם תסמינים לחוסר אכפתיות כלפי מצבו וגורלו של הטבע, ולא אחת (כך לפחות אני רוצה להאמין...) ביטוי לחוסר הבנה של המשמעות וההשלכות של המעשה. חינוך והסברה בנושא חשיבות הטבע והתלות שלנו בו וחינוך למודעות ולאחריות סביבתית הם חלק משמעותי בעשייה של החברה להגנת הטבע, והעיסוק בניקיון הוא חלק מהם.

המפתח להצלחה בעיסוק בסוגיית הניקיון, כמו בכל נושא, הוא התמקדות וטיפול מקיף בה, אלא שהעולם הסביבתי הוא הוליסטי ומרובה קשרי גומלין מטבעו, והיכולת להתמקד בנושא אחד ולהפריד בין בעיה סביבתית אחת לאחרת – מוגבלת. כמעט בלתי אפשרי לעסוק בסוגיית הפסולת במרחב הציבורי מבלי לעסוק בתרבות הצריכה, באסדרה של אתרי סילוק פסולת ובכלל במדיניות ניהול הפסולת. על כן, ההתמקדות מחייבת לעיתים הכרעות קשות. אין ספק שהאתגר העומד בפנינו הוא שינוי תרבותי. לימוד מהצלחות קודמות של שינוי תרבותי בתחומים אחרים מעלה כי כדי להצליח נדרשות פעולות משולבות של חינוך, הסברה, הבטחת תשתיות מתאימות וכמובן אכיפה מרתיעה. נדרש משך זמן מספיק, כי התהליך אורך כמה שנים. המפתח להצלחתו הוא שיתוף פעולה בין גופים ורשויות – השלטון המרכזי, השלטון המקומי והחברה האזרחית, שהיא בעלת כוח עצום כסוכנת שינוי.

אכן, הדרך ארוכה ומורכבת, אבל אם לא נתחיל, גם לא נגיע אל היעד – ארץ נקייה.

שולחן הדיונים

לשרוף או לא לשרוף? רב־שיח בנושא פתרון הקצה הראוי לפסולת – המשך הטמנה או הקמת מתקני שרפת פסולת להפקת אנרגיה

יוסי ענבר, עמיעד לפידות, ניצן לוי, גיל ליבנה, שירה דסקל, זיו שדה

צילום: Pixabay, ArtTower

על מתקני שרפת פסולת להפקת אנרגיה והתאמתם למציאות הישראלית ולמגבלותיה

ד"ר יוסי ענבר

מדינת ישראל צועדת לקראת השלבים המתקדמים לטיפול בפסולת, ויש להחליט על אסטרטגיית סילוק השאריות הנותרות לאחר פעולות ההפחתה, המיון והמִחזור. נדרשת הכרעה בין הטמנת הפסולת ובין כילוי תרמי שלה תוך הפקת אנרגיה.

בישראל נוצרות כ־15,500 טונות פסולת עירונית מוצקה ביום, שכ־24% ממנה ממוחזר (נכון ל־2019). שימוש בטכנולוגיות מתקדמות של מיון והפרדה מסייע בהורדת שיעור הפסולת השיורית. עם זאת, אפילו במדינות המובילות בכך באירופה, מעטות (גרמניה, סלובניה, אוסטריה, הולנד, בלגיה ושווייץ) הצליחו לרדת מתחת לרף ה־50%. המשרד להגנת הסביבה הציב יעד של טיפול ב־50% מהפסולת עד 2030, ולאחרונה הוצב יעד חדש של עד 20% הטמנה. בהתחשב בגידול האוכלוסייה יהיה צריך למצוא פתרון לפסולת שיורית בכמות עצומה של כ־9,000 טונות פסולת ליום לפחות כדי לעמוד ביעד זה.

השבת אנרגיה מפסולת היא שיטה ותיקה להתמודדות עם בעיות תברואה הנובעות מהצטברות פסולת עירונית בריכוזי אוכלוסייה. כבר לפני כמאה שנה הוקמו באירופה ובארה"ב מתקנים שפעלו בשיטה זו. מאז חלו תמורות רבות, בייחוד במזעור פליטות של מזהמים (בעיקר לאוויר), בהתייעלות בהפקת אנרגיה ליצירת חום או חשמל לשימוש ביתי או תעשייתי, ובשימוש בשאריות השרפה למחזור מתכות ולשימוש בתשתיות. הטכנולוגיה המובילה והאמינה ביותר כיום בתחום הטיפול התרמי היא שרפת מסה (mass burning) תוך הפקת אנרגיה, והיא נחשבת לאמצעי היעיל ביותר לטיפול בפסולת שיורית ממוינת. רכיבי פסולת המכילים פחמן אורגני, ובהם פלסטיק, עץ, קרטון, טקסטיל, גזם וכדומה, הם מקור לאנרגיה. תוצרי השרפה הם אנרגיה, שאריות הניתנות למחזור, אוויר מטופל ואפר מרחף (חלקי אחוז בודדים) להטמנה. 30% מהפסולת באירופה מטופלת במעל ל־500 מתקנים תרמיים להשבת אנרגיה, המחויבים לעמוד באסדרה מחמירה ביותר השומרת על רמות מזעריות של זיהום אוויר (כ־50% מעלות המתקן ומשטחו מוקדשים לטיפול באוויר). המדיניות הננקטת היא הקמת מתקנים בקרבת מרכזי ייצור הפסולת, כלומר סמוך למרכזי האוכלוסייה. שיעור הפסולת המוטמנת במדינות אירופה נמוך מאוד, וחלק מהן (למשל שווייץ, גרמניה, הולנד, דנמרק, אוסטריה ובלגיה) מטמינות פחות מ־5% מהפסולת.

כדי שמדינת ישראל תעמוד ביעדי המשרד להגנת הסביבה בנושא הטיפול בפסולת, ותעמוד בסטנדרטים של מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD), יש למצוא פתרון לסילוק שאריות הפסולת ולהחליט אם ממשיכים בהטמנת השאריות או עוברים לטיפול במתקנים להשבת אנרגיה. ניתן להגיע ליעד של אפס הטמנה על־ידי הקמת מערך איסוף ומיון יעיל למרכיבים בניה־מחזור ומתקנים משלימים להפקת אנרגיה מפסולת.

לאחר שנים רבות של דיונים בנושא פרסם ב־2018 המשרד להגנת הסביבה, בראשות השר זאב אלקין, תוכנית אסטרטגית לפסולת שנקבעו בה יעדים לשנת 2030: פחות מ־26% מהפסולת חוטמן, 51% תמוחזר, והשארית – 23% – תועבר לשלושה-ארבעה מתקנים להפקת אנרגיה מפסולת. לצורך קידום המדיניות הוקצבו כ־4 מיליארד ש"ח מכספי קרן הניקיון, מתוכם כ־2.8 מיליארד ש"ח להקמת מתקני אנרגיה מפסולת. המשרד להגנת הסביבה והחשב הכללי באוצר אף פרסמו מכרז ראשון להקמת מתקן להפקת אנרגיה מפסולת במישור אדומים, ומספר חברות בין־לאומיות ניגשו אליו. עם זאת, מייד עם כניסת השרה גמליאל למשרד להגנת הסביבה (במאי 2020) הוקפא המיזם להקמת מתקנים לשרפת פסולת לשם השבת אנרגיה, הוצב יעד של עד 20% הטמנה, והוחלט על בחינה מחודשת של האסטרטגיה לטיפול בפסולת.

מטרת הדיון שלפניכם היא לבחון את התאמת הטכנולוגיה של מתקנים תרמיים להפקת אנרגיה מפסולת לצורכי המציאות הישראלית ולמגבלותיה.

שרוף או לא לשרוף, זו השאלה

עמיעד לפידות

ראש תחום פסולת, אדם טבע ודין

Amiad@adamteva.org.il

כדי לענות על שאלה זו חשוב קודם להבין שלפסולת בישראל יש מאפיינים ייחודיים שלא קיימים בשום מקום אחר בעולם. לכן, פתרונות ממקומות אחרים, הגם שהם נותנים השראה, לא בהכרח יתאימו לישראל. אין מנוס מהפיכת חלק מהפסולת לאנרגיה. עם זאת, חשוב מאוד לציין כי זו לא הפעולה הראשונה שצריך לעשות. להלן יוצגו מאפייניי הפסולת הבולטים בישראל והמשמעויות שלהם ביחס לפתרון של שרפת פסולת.

הרכב הפסולת

הפסולת בישראל רטובה לאין ערוך מזו שבכל מדינה אירופית אחרת. בעוד שאצלנו החומר האורגני הוא כמעט חצי ממשקל הפסולת בפחים, באירופה הוא כ־25%. ועוד – הרטיבות של הפסולת האורגנית בישראל היא 90%, ובאירופה היא נמוכה הרבה יותר.

המשמעות: מאחר שפסולת רטובה לא נשרפת היטב, מתקני שרפת פסולת בישראל יצטרכו להשקיע אנרגיה רבה בייבוש הפסולת. לא רק שהדבר יעלה משמעותית את עלויות הטיפול בפסולת במתקן השרפה, אלא שיש לשאול – מה יהיה המקור לאנרגיה זו (מתחדשת או דלק מחצבים) ומה יהיו ההשלכות של מתקן כזה על פליטות מזהמי אוויר וגזי חממה? לדוגמה, בשווייץ



מתקן השבת אנרגיה מפסולת בשיטת מצע מרחף, ניקלסדורף, אוסטריה. מנוף המצבט מבצע ערבוב והומוגניזציה של הפסולת, ומעביר אותה מבור האיגום אל תנור השרפה | צילום: ניצן לוי

ובגרמניה, אף על פי שהן מתמודדות רק עם כמחצית מכמות הפסולת האורגנית שבישראל ושהפסולת שם גם רטובה פחות – מפרידים אותה במקור, ורק מה שנשאר מהמיון היבש מועבר לאנרגיה. לכן, לפני שישראל מאמצת מדיניות של שרפת פסולת, צריך להפריד מהפסולת את החומר האורגני. הניסיונות להפרדת הפסולת האורגנית בתחנות ממיינות כשלו. מפעלי מיון, כמו גרינט או מפעל ה־RDF בחירייה, הם מפעלים לא כלכליים, והפסולת המופרדת מהם אינה ראויה למִחזור, וזאת משום שהתוצרים שלהם רטובים מדי.

כמות הפסולת לנפש

כמות הפסולת לנפש בישראל הולכת ועולה, ואנו נמצאים באחד המקומות הראשונים בעולם בייצור אשפה לנפש, בעוד ברוב מדינות העולם פוחתת כמות הפסולת לנפש.

המשמעות: מאחר שישראל היא מדינה קטנה וצפופה, לפני כל תהליך אחר יש להפחית את כמות הפסולת לנפש. האמצעי לעשות זאת הוא קידום משק פסולת סגור, שבו כל תושב חייב לשלם על הפסולת שהוא מייצר, וזאת בלא קשר לתשלום הארנונה (Pay As You Throw, PAYT). במקביל, יש לקדם חקיקה שתצמצם את כמות הפסולת במקור, כגון חוק פלסטיק אחוד לצמצום בעיית הפלסטיק והנחיה להפרדת פסולת אורגנית במקור. לאחר הקמת מתקני שרפה יהיה צורך "להזין" אותם בכמויות פסולת גדולות, ולכן לא תהיה כדאיות כלכלית לקדם פתרונות סביבתיים שכאלה. אנו עלולים למצוא את עצמנו מייבאים פסולת רק כדי להצדיק את קיומם של מתקני השרפה.

העניים משלמים יותר

נהוג לחשוב שיש מתאם בין עושר לבין ייצור פסולת. בישראל זה הפוך. עשירונים 4–6 מייצרים יותר פסולת לנפש מעשירונים 7–9. כלומר, העניים בישראל מייצרים יותר פסולת מהעשירים.

המשמעות: רשויות עניות משלמות יותר על הטיפול בפסולת לנפש מאשר רשויות עשירות. פתרון כולל לפסולת במורד הזרם, כמו העברת כל הפסולת למיון ומשם לשרפה, הוא פתרון לא יעיל, שיעלה את יוקר המחיה ויכביד במיוחד על הרשויות העניות יותר, שכאמור, גם כיום משלמות יותר.

אז מה צריך לעשות?

כדי לפתור את בעיית הפסולת בישראל יש צורך במדיניות של פתרונות במעלה הזרם: קודם כול, יש להפריד במקור את הפסולת לשלושה זרמים: פסולת אורגנית, פסולת יבשה הניתנת למחזור, וכל השאר. את הפסולת האורגנית יש להפוך לקומפוסט או לביוגז במתקנים מקומיים. את הפסולת היבשה הניתנת למחזור יש להעביר לתחנות מיון אזוריות שיחלצו ממנה את הטובין, ואת

השאריות להעביר למתקני השבת פסולת לאנרגיה. במקביל יש לקדם משק סגור לטיפול בפסולת, לקדם מהלכים של תשלום לפי כמות (PAYT) ולקדם חקיקה שתצמצם את הפסולת ובעקיפין אף

חלופת השבת אנרגיה מפסולת היא הכרחית ויש לקדמה באופן מיידי

ד"ר ניצן לוי

מנכ"ל איגוד ערים לאיכות הסביבה יהודה

יו"ר פורום היחידות והאיגודים לאיכות הסביבה בישראל

nitsan@enviosh.org.il

מענה ראוי לשאלת הדיון מחייב בחינה מדוקדקת באשר להבדל בין המציאות הישראלית למציאות האירופית, שפועלים בה כ־500 מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת. נקודת המוצא שלנו היא שהשבת אנרגיה מפסולת מספקת תשובה ראויה לטיפול בפסולת, והיא חלופה העולה על הטמנה בהיבטים הסביבתיים המרכזיים, כפי שאירופה הכריעה כבר לפני מספר עשורים.

כאשר מדובר במדינות אירופה המפותחות, אין כמעט הבדל ביניהן מבחינת רמת ההשכלה של תושביהן, רמתם החברתית כלכלית, הכנסתם לנפש, מידת שיתוף הפעולה בעניינים סביבתיים ובענייני הפרדת פסולת ומאפיינים נוספים. ההבדלים הבודדים מתגמדים עוד לנוכח התמורות הדמוגרפיות באירופה בשנים האחרונות, ובוודאי שהם מתגמדים עוד יותר כאשר מדובר במדינות אגן הים התיכון, כגון איטליה וספרד, שהשבת אנרגיה מפסולת מיושמת בהן כדבעי. הבעיה אינה האוכלוסייה, אלא מידת האמון שיש לה בממשלתה, מבחינת יכולת הממשלה ליצור מדיניות קוהרנטית, סבירה והגיונית לאורך זמן, יציבה ובעלת מסרים עקרוניים קבועים, תוך דרישות ברורות מהציבור, ובעיקר בעת חילופי שלטון תכופים. ברי כי התרבות הפוליטית בישראל מקשה מאוד על יצירת מציאות כזאת, אך מצד שני, היא אינה מפריעה להקים מתקני השבת אנרגיה מפסולת. צריך לזכור בהקשר זה שמאז החלטת הממשלה לחיסול האתרים הלא מוסדרים בישראל ב־1993, שכללה החלטה על קידום השבת אנרגיה מפסולת, ועד היום, אף שר להגנת הסביבה לא שלל במפורש, כמדיניות מוצהרת, הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת. לכל היותר היו שרים שהעדיפו לקדם מדיניות אחרת, מבלי לשלול השבת אנרגיה מפסולת, אלא ליישמה בשלב מאוחר יותר. באירופה יש תרבות פוליטית שונה. המציאות בישראל אינה שוללת התאמה אפשרית לטכנולוגיות השונות של השבת אנרגיה מפסולת, אלא מסבירה חלקית מדוע במשך 30 השנים האחרונות לא הוקמו מתקני השבה בישראל

תעלה את המודעות. טוב עשתה השרה להגנת הסביבה שהחליטה לבחון מחדש את אסטרטגיית הטיפול בפסולת ולקדם מדיניות כוללת לפסולת.



למרות אין־ספור החלטות לקדם מתקנים כאלה. אין ספק שנדירות משאב הקרקע, וכן גודלה וצפיפותה של מדינת ישראל, אכן גורמים ללחצי נמב"י (נגד מיקום בחצרי) חזקים ומשמעותיים, בוודאי שיותר מבאירופה, שכבר הבינה שמתקני השבת אנרגיה מפסולת אינם גורמים למפגעים סביבתיים. מציאות זו אינה גורמת לאי־התאמת השיטה של השבת אנרגיה לישראל, אלא דווקא להפך. המציאות מחייבת גמילה מהירה מהמנהג הנפסד לקבור פסולת בקרקע, על השלכותיו הסביבתיות הקשות. לחצי הנמב"י נובעים גם מחוסר האמון שרוחש האזרח הישראלי הממוצע לממסד הלאומי והמקומי גם יחד. תופעות נוספות, כגון חוסר שקיפות בתהליכי קבלת החלטות וחוסר שיתוף ציבור בהליכי תכנון, מעצימות את תופעת הנמב"י בזיקה לאתרי פסולת, ולכן רוב המאבקים האלה בישראל הצליחו למנוע הקמת אתר סילוק פסולת, ובמיוחד מפעלי השבת אנרגיה.

החקיקה והאסדרה האירופית בתחום ניהול הפסולת שונות מישראל באופן מהותי. האיחוד האירופי חוקק לפני יותר מעשור חוק מסגרת לפסולת^[1], שהוטמעו בו עקרונות מתקדמים של ניהול פסולת. קרי, הרציונל שבבסיס היררכיית הפסולת, מגדיר את צעדי המדיניות ההכרחיים והשיטות העדיפות לטיפול בפסולת. הוגדרו תקנים ופרקטיקות לטיפול ראוי בפסולת, הוגדר שהשבה עדיפה על הטמנה, מהו סילוק, מהי השבה, ומהי יעילות ההשבה הנדרשת ממתקן השבת אנרגיה מפסולת. ישראל נמצאת רק בתחילת הדרך בתחום זה, אך אין סיבה שכמו באירופה, ההסדרה הרגולטורית הראויה לא תבוא לאחר הקמתם של מתקני ההשבה הראשונים, בלי ויתור על הדרישות המחמירות ביותר המקובלות באירופה. לצערי, במציאות הישראלית אין אפשרות אחרת. לישראל יש יתרון על אירופה בתחום השבת אנרגיה מפסולת. באירופה השיבו אנרגיה מפסולת מעורבת ולא מפסולת ממוינת, ורק משנות ה־90 הבינו שיש להשיב אנרגיה רק מפסולת שאינה ראויה עוד למחזור. ישראל תקים את המתקנים הראשונים שלה כשתובנה זאת כבר מוטמעת היטב ולכן, ישיבו בה אנרגיה רק מפסולת ממוינת.

באירופה משיבים אנרגיה מפסולת כבר כ־100 שנה. בישראל, שיש בה רק מפעל שרפה אחד לפסולת מסוכנת (בנאות חובב), אין ניסיון בתחום. עם זאת, ללא ספק, היכולת הטכנולוגית הנדרשת להפעלת מתקני השבת אנרגיה מפסולת, קיימת בישראל. ישראל מובילה בעולם בתחום הטכנולוגיה החקלאית, בתחום הטיפול

במים ובשפכים, בתחום ההייטק ובתחומים נוספים. טכנולוגיית השבת אנרגיה מפסולת היא טכנולוגיה תעשייתית פשוטה יחסית. בתחילת הדרך תסתמך ישראל על מומחיות אירופית, ואין ספק שתוך פחות מעשור והקמת מספר מתקנים בטכנולוגיה אירופית, ישתלטו מהנדסים ישראלים וחברות הנדסה מובילות על הנושא, כיאה למסורת התעשייה הישראלית המובילה. הביקוש הנמוך לחום ממפעלי השבת אנרגיה יוריד דרסטית את יעילותם הכלכלית של המתקנים. ולכן, הכרחי לייצר חשמל מהאנרגיה שתיווצר, ולפעול כבר עתה לחיבור בין מתקני השבה לתעשייה עתירת אנרגיה. בהקשר של הדיון על השבת אנרגיה מפסולת, הפסולת הישראלית אינה שונה מהותית מהפסולת האירופית, ובוודאי לא מהפסולת באגן האירופי של הים התיכון. יש בפסולת הישראלית יותר פסולת פריקה ביולוגית, שרובה ממילא יצא ממנה בהליך המיון, עדיף על־ידי האזרח בביתו, וכברירת מחדל במתקני מיון מכניים. הפסולת הישראלית רטובה יותר, ומאחר שלפסולת רטובה יש ערך היסק קטן יותר, היא עלולה להוריד את יעילות המתקנים, אך כפי הנראה לא

תצפית על תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

מתקן השבה לאנרגיה בפארק המחזור חירייה

גיל ליבנה
 מנכ"ל איגוד ערים דן לתברואה
gil@hiriya.co.il

איגוד ערים דן לתברואה החל לקדם את פיתוחו של פארק המחזור חירייה כבר בשנת 1998 עם סגירת מזבלת "הר חירייה". מאז ועד היום מוביל האיגוד שינוי תפיסתי וסביבתי בתחום הטיפול בפסולת, ומקדם מדיניות כוללת לטיפול בפסולת, המשלבת פתרונות מתקדמים ומקומיים שמספקים יציבות לטווח הקרוב והרחוק. הקמת מתקן השבה לאנרגיה היא נדבך מרכזי בתוכנית האסטרטגית של האיגוד במטרה להגשים יעד של צמצום הטמנת הפסולת המטופלת בפארק המחזור חירייה לכ־10% בלבד.

ניסיונו בתחום כולל היכרות רבת שנים עם הטיפול בפסולת באירופה – תוצאה של ביקורים בעשרות מתקנים ושיתופי פעולה עם בכירי המומחים באמצעות ארגון הפסולת העולמי (ISWA) שהאיגוד חבר בו. ניסיון זה מראה בבירור, כי אין מדינה, אפילו מהמתקדמות ביותר, שהצליחה לצמצם את כמות הפסולת שהועברה להטמנה ביותר מ־50% ללא מתקני השבה לאנרגיה. יעידו על כך כ־500 מתקנים הפועלים כיום ברחבי אירופה ועוד מאות במזרח אסיה ובאמריקה. רובם פועלים כבר עשרות שנים בקרבת

באופן משמעותי. יש לשאוף להוצאת מרכיבים רעילים מהפסולת טרם שליחתה להשבה שוב, עדיף על־ידי האזרח, אך גם אם בשלב הראשון יוצאו רק מעט מהם, הטכנולוגיות הקיימות לניקוי פליטות יצליחו להתמודד איתם. באירופה לא מוציאים מרכיבים כאלה מהפסולת בכל המדינות, גם לא בכל המדינות המובילות, והפליטות תקינות. לסיכום, המציאות הישראלית דומה מאוד למציאות האירופית, שפועלים בה מתקני השבה רבים. ההבדלים אינם יוצרים אי־התאמה של הטכנולוגיה למציאות הישראלית, אך מחייבים עבודת התאמה לשיפור פעולת המתקנים ויעילותם. לנוכח גרירת הקמת מתקני השבת אנרגיה בישראל לאורך שלושה עשורים, יש לגשת מייד להקמת המתקנים הראשונים.

מקורות
European Parliament and Council. 2018. <i>European Directive 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste</i> .

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה



מתקן להשבת אנרגיה, בווינה, אוסטריה. המתקן מטפל בכ־250,000 טונות של פסולת ביתית מוצקה בשנה, מפיק חום עבור 60,000 בתי אב, ומייצר חשמל בהיקף תצרוכת של 50,000 בתי אב | באדיבות המתקן למחזור פסולת Spittelau

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

מקום היווצרות הפסולת – במרכזי ערים וקרוב לריכוזי אוכלוסייה. שלל פעולות המיון וההפרדה, כולל ההפרדה במקור, יכולות למנוע הטמנה של כ־50% מהפסולת לכל היותר, וגם זאת, במצב אידיאלי ולאחר פיתוח תשתית של פתרונות קצה, כמו מפעלי

מחזור ויצירת שוק למוצרים ממוחזרים. ברם, גם לאחר נקיטת הצעדים הללו – עדיין נדרש פתרון סילוק יעיל וסביבתי לשאר 50% של הפסולת כחלופה להטמנתה בקרקע. **לאור היעד הלאומי של הפחתת הטמנת פסולת לכדי 20% עד לשנת 2030, יש לקדם באופן אינטנסיבי הקמת מתקני השבה לאנרגיה כחלופה מרכזית להטמנה.** יתרונותיהם המרכזיים של מתקני ההשבה לאנרגיה הם: צמצום של כ־90% מנפח הפסולת, צמצום של כ־80%–70 ממשקל הפסולת המיועדת להטמנה, ויצירת אנרגיה חלופית לשימושים שונים. נוסף על כך, לחלופה זו יתרונות סביבתיים נוספים, כגון: חיסכון במשאבי קרקע, מניעת זיהום קרקע, יצירת חומרים לתשתיות (אפר תחתי), צמצום תנועת כלי רכב כבדים בכבישים ועוד.

הרכיבים המשמעותיים ביותר במתקנים אלה הם המערכות לסינון אוויר ולטיפול בו. לכן, חשוב להקפיד על תכנון והטמעה של מערכות אלה בסטנדרט האירופי הגבוה ביותר, בשיתוף גורמים מקצועיים מנוסים. ככלל, מתוך ניתוחי מחזור חיים (LCA) רבים שבוצעו, פליטת גזי החממה במתקני השבה לאנרגיה (Waste to Energy) נמוכה משמעותית מאשר במטמנות מוסדרות.

כאן המקום להבהיר ולנתץ דעות קדומות מצד מתנגדי הטיפול התרמי בפסולת – **מתקני השבה לאנרגיה מחליפים הטמנת פסולת בקרקע, ואינם באים על חשבון המחזור.** בהתאם להיררכיה המוכרת של הטיפול בפסולת, מיון הפסולת והמחזור קודמים להשבה. לפי המדיניות של המשרד להגנת הסביבה, מתקני ההשבה מיועדים לטפל בשאריות המיון בלבד (חומרים שאינם בני־מחזור) וכך נשמרים אחוזי המחזור של רכיבי הפסולת שניתן ורצוי למחזרם טרם הטיפול התרמי. הטיפול בשלבים (קודם מיון ואז שרפה) יאפשר טיפול בכמות גדולה יותר של שאריות מיון פסולת במתקני ההשבה, ויתרום להעלאת

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

השבת אנרגיה מפסולת עירונית מוצקה בישראל

ד"ר שירה דסקל
בית הספר לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה
Shira.das@gmail.com

לפתרונות של הפקת אנרגיה מפסולת (השבת אנרגיה) תועלת כפולה – גם צמצום הפסולת המוטמנת וגם תשתית להפקת אנרגיה, שהיא מצרך שהביקוש לו הולך וגדל משנה לשנה. מרכיב עיקרי בכדאיות הכלכלית של מתקן להשבת אנרגיה מפסולת הוא קליטת כמות וסוג של חומרים שמאפשרים נְצולת אנרגיה מרבית, ובפרט חומרים בעלי ערך קלורי גבוה, כמו פלסטיק וקרטון.

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

הערך הקלורי המופק משרפת שאריות המיון ולתפוקת אנרגיה גבוהה יותר.

הטיפול המתבצע בפסולת בפארק המחזור נחלק בצורה שווה בין שני מתקנים מרכזיים: מפעל ה־RDF (Refuse Drived Fuel) ותחנת המעבר. שני מתקנים אלה עוברים השנה שדרוג משמעותי: במפעל ה־RDF מותקן קו מיון רביעי שיגדיל את תפוקת המפעל לכ־600,000 טונות בשנה, ואילו תחנת המעבר הופכת לתחנה ממיינת בהיקף תפוקה של כ־400,000 טונות בשנה.

כמות שאריות המיון משני מתקנים אלה צפויה לעמוד על כ־400,000 טונות בשנה, וכדי להימנע משינוע כמות אדירה זו בכבישים למרחק 150 ק"מ דרומה וכן להימנע מהטמנתה בקרקע – **יש להקים מתקן השבה לאנרגיה בשטחי פארק המְחזור.** ואכן, האיגוד מקדם מזה למעלה משנה בשיתוף המשרד להגנת הסביבה תכנון מתקן השבה בהיקף 1,500 טונות ליום, כחלק משלים לפארק מחזור הכולל את כל שאר התשתיות התומכות הנדרשות לטיפול באשפה. הקמת מתקן השבה לטיפול בשאריות המיון צפויה להקטין את שיעורי הטמנת הפסולת (ללא גזם וגרוטאות) של פארק המחזור חירייה אל מתחת ל־20%, בהשוואה לכ־60% המתוכננים לעוד שנתיים–שלוש, אז אמורים לפעול שני מתקני מיון פסולת עירונית מוצקה. מודל פארק המחזור חירייה, יחד עם הצעדים המשלימים הנדרשים (פיתוח מתקני מחזור ויצירת ביקוש לתוצרי מחזור), יגשים את היעד הלאומי של 20% הטמנה במדינת ישראל. פארק המחזור חירייה, במיקומו המרכזי ובייחודו מבחינת היקפי הטיפול בפסולת וריכוז הטיפול בה במקום אחד, הוא אתר אידיאלי להקמת המתקן הראשון בארץ שיגשים את חזון מזעור שיעורי ההטמנה.

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

התוכנית האסטרטגית לשנת 2030 שגיבש המשרד להגנת הסביבה מכירה בחשיבותם של פתרונות להשבת אנרגיה מפסולת ומקדמת הקמת מתקנים להשבת אנרגיה, אך היא עושה זאת במסגרת המדיניות לטיפול בפסולת עירונית מוצקה שהוביל המשרד בעשורים האחרונים, ושלא צלחה. התוכנית מתמקדת בהפרדה ובמיון של פסולת למחזור ובהשבת אנרגיה **מהפסולת השוירית בלבד.**

כדי לקדם הקמה של מתקנים להשבת אנרגיה הגיש המשרד להגנת הסביבה מסמך מדיניות לאישור המועצה הארצית לתכנון ולבנייה^[3]. אף על פי שבמסמך מוצגות הנחות התואמות את המדיניות שקידם המשרד להגנת הסביבה בעשורים האחרונים, מניתוח הנתונים שבמסמך עולה כי על המשרד לזנוח את שיטת ההפרדה במקור ואת גישת המחזור כאמצעי עיקרי לצמצום ההטמנה, כפי שיפורט להלן.

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה

תחנת ההשבת אנרגיה מפסולת, באתר המחקר והפיתוח של המשרד להגנת הסביבה



הדמיית מתקן להשבת אנרגיה מפסולת בשנזן, סין. המתקן, הגדול בעולם מסוגו, מתוכנן לטפל ב־5,000 טונות פסולת ביום

בפתיח המסמך מוגדרת מטרת התוכנית: 'לסייע למשרד להגנת הסביבה בקידום המדיניות של צמצום ההטמנה', ובהמשך מוצג מתווה להשגת המטרה באמצעות תמהיל הכולל חיזוק ההפרדה של פסולת במקור באמצעות פח "מתמחזרים", מחזור (כולל קומפוסטציה) ולבסוף השבת אנרגיה מהפסולת השיריית בלבד. במסמך לא מוצגת העבודה שעל בסיסה גובשה התוכנית, ולא מצוין מהו מקור מרבית הנתונים המוצגים בו. באופן כללי נראה כי התוכנית נשענת על 'היררכיית הטיפול בפסולת' של הדירקטיבה האירופית^[5], אך ללא בדיקה בלתי תלויה המביאה בחשבון מאפיינים מקומיים של מדינת ישראל, ללא התאמת ההיררכיה למאפיינים אלה כמוגדר בדירקטיבה וללא הצגת כל בסיס או ממצאים מחקריים. כמו כן, לא ברור על מה מבסס המשרד להגנת הסביבה את הצורך בהעלאת תעריף היטל ההטמנה, את קידום החקיקה האוסרת על הטמנת חומרים בני־מחזור, את העדפת שיטת השרפה (incineration) ואת ההערכות למספר המתקנים הנדרשים. חלופות הטיפול בפסולת המוצגות במסמך אף הן נראות בלתי סבירות. לא ברור על מה מתבססת ההערכה שבשנת 2030 יעמדו שיעורי המחזור על 51%, השבת האנרגיה על 23% וההטמנה על 26% (אם לא יקומו מתקני השבה 50% מחזור ו־50% הטמנה), הערכה שאינה סבירה בהתבסס על הידע המצטבר מהעבר. עוד מוצג במסמך כי במצב הקיים, 80% הטמנה ו־20% מחזור, עלות הטיפול היא היקרה ביותר, 514 ש"ח לטונה. הדבר סותר קביעה אחרת במסמך, שהיתרון העיקרי בהטמנה הוא עלות תפעול נמוכה ביחס לשיטות האחרות. בשיטה הכוללת פח מתמחזרים ומתקני מיון והשבה, העלות היא 460 ש"ח לטונה. לפי הידע הקיים כיום^[1,2,4], עלות האיסוף, הפינוי

והקליטה של פסולת מופרדת במקור בפחים הכתומים גבוהה בערך פי שלושה עד פי עשרה מהעלות לפסולת מעורבת. לא ברור מהמסמך אם העלות שהוצגה כנמוכה יותר מהמצב הקיים מושגת באמצעות השבת אנרגיה, כיוון שלא הוצג פירוט לתחשיב, אך אם התשובה היא כן, מדוע לא לבצע השבת אנרגיה של כל הפסולת? נוסף על כך, מוצג במסמך ריכוז הנחות מרכזיות להקמת מתקן להשבת אנרגיה מפסולת ומודל כלכלי. על פי המודל, תעריף הקליטה במתקן יהיה 220 ש"ח לטונה, והתמורה לקוט"ש 0.384 ש"ח^[3]. כמו כן, צוין במסמך כי ניתן להפיק מטונה פסולת 1,500 קוט"ש (500 חשמל ו־1,000 קיטור), דהיינו, ההכנסה מכל טונה פסולת היא 576 ש"ח. על פי נתונים אלה, ובהתבסס על המודל, מרכיב עיקרי בכדאיות הכלכלית של המתקן הוא נְצולת האנרגיה שלו, כמפורט בדוגמאות שב**נספח 1** (באתר כתב העת). מכאן, שהדרך היעילה ביותר לתפעול מתקן להשבת אנרגיה מפסולת היא הפקת מרב נְצולת האנרגיה שלו בקליטת חומרים בעלי ערך קלורי גבוה (כגון פלסטיק וקרטון), כך שיעיל יותר לאסוף את הפסולת ללא הפרדה במקור. כמו כן, יש להניח שההכנסות מהשבת אנרגיה יהיו גבוהות יותר מפסולת לא ממוינת, שהערך הקלורי שלה עם נייר ופלסטיק גבוה יותר מזה של שאריות פסולת לאחר מיון. במצב כזה הפער בין עודף ההוצאה לעודף ההכנסה יהיה אף גבוה יותר מזה שמוצג בדוגמאות שב**נספח 1**.

מהאמור לעיל עולה כי יש **להתמקד במתקנים להשבת אנרגיה ולזנוח לחלוטין את שיטת ההפרדה במקור ואת גישת המחזור כאמצעי עיקרי לצמצום ההטמנה**. הדברים אף עולים בקנה אחד עם ממצאים מחקריים עדכניים, כמפורט, בין היתר, בעבודות מחקר של הכותבת^[1,4].

מקורות

- [1] דסקל ש. 2018. ניתוח והערכת השפעות הרגולציה על שוק הפסולת העירונית המוצקה בישראל (עבודה לקבלת תואר דוקטור). חיפה: אוניברסיטת חיפה.
- [2] דסקל ש, אילון א ושכטר מ. 2018. בין אחריות יצרן מורחבת לאחריות תאגידית – הטיפול בפסולת אריזות בישראל. ספר כנס היסוד של האגודה לאחריות תאגידית וקיימות בעסקים.
- [3] המשרד להגנת הסביבה. 2018. מסמך מדיניות לקידום הקמת מתקנים

להשבת אנרגיה מפסולת עירונית בישראל (Waste to Energy). מוגש לאישור המועצה הארצית לתכנון ובניה.

- [4] Daskal S, Ayalon O, and Shechter M. 2018. The state of municipal solid waste management in Israel. *Waste Management and Research* 36(6): 527–534.
- [5] European Parliament and Council. 2008. Directive 2008/98/EC, waste and repealing certain Directives – article 4 Waste hierarchy.



המקומיות להקים מתקני טיפול ומחזור מקומיים, וזאת מתוך מעל למיליארד ש"ח שנצברו בקרן הניקיון – כספים שהם בפועל כספים של הציבור ומיועדים למטרות כאלה. הקרן הוקמה במטרה לסייע לרשויות המקומיות בהקמת תשתיות טיפול בפסולת, והן למעשה מממנות אותה. אי לכך, תקציבה צריך לשמש למטרה זו ולא להקמת מתקני השבת אנרגיה.

אסור שהמדינה תטיל את יהבה על הקמת מתקנים יקרים להשבת אנרגיה, אך תזנח את הצורך האקוטי בשיפור הביצועים בכל שאר השלבים. לכן, הקמת המתקנים צריכה להיעשות במקביל לשיפור דרמטי במערך האיסוף, המיון והטיפול בפסולת. כך נוכל להיות בטוחים שהפסולת שתועבר למתקני השבה תהיה רק זו שלא ניתן למחזרה.

בעת ההחלטה על מספר המתקנים שיוקמו ועל מיקומם צריך להביא בחשבון שמרחק האשפה במשאיות צריך להיות בטווח סביר. לפיכך, נראה שהקמת מתקנים בכל אחד מהמחוזות המרכזיים, כפי שתואר בתוכנית האסטרטגית הלאומית לשנת 2030 לטיפול בפסולת, היא סבירה. אפשרות אחרת היא הקמת מתקנים במסגרת אשכולות של רשויות מקומיות. הקמת המתקנים צריכה להיעשות בחוכמה ותוך מתן מענה לרגישויות ציבוריות, כתהליך שיאפשר לציבור ללמוד את הנושא ולהביע את עמדתו, ושיהיה בו שיתוף אמיתי של הציבור. באירופה ישנם מתקנים רבים שהוקמו במרכזי ערים, והניסיון לגבי הפעלתם בצורה הזו חיובי מאוד. עם זאת, הדבר אינו הכרחי, מה עוד שבניגוד לנעשה בארצות אירופה הקרות, האנרגיה שתיווצר במתקנים לא תנוצל לחימום בתים. לכן, אפשר להקים מתקנים כאלה באזורי תעסוקה המרוחקים מבתי התושבים ואפילו במחצבות ישנות.

ככל שנצליח לקדם תהליך רוחב שייכלול הפחתת פסולת, שכלול מערך האיסוף והקמת מתקני קצה מודרניים לטיפול בפסולת, כך נקבל סביבה נקייה ואיכותית יותר.



עקביות בקבלת החלטות תאפשר שיפור של תהליכי הטיפול בפסולת שהכרחיים להפעלה יעילה של מתקני השבה לאנרגיה

זיו דשא

ראש מועצת זכרון יעקב

יו"ר ועדת איכות הסביבה, המרכז השלטון המקומי

zivd@zy1882.co.il

מדיניות יעילה של טיפול בפסולת מחייבת רציפות, המשכיות ועקביות בהנחות היסוד העומדות בבסיס יצירת התשתית לטיפול בפסולת. החלפה תדירה של העומד בראש הפירמידה, השר להגנת הסביבה, ושינוי מהותי במדיניות, שלוש פעמים בעשור האחרון, אינם מאפשרים לתכנן תשתית מתאימה, לבנות אותה ולהביא לשינוי בהרגלי הציבור בהתאם לצורכי המערכת. הטיפול בפסולת מצריך תשתית מורכבת, ומדיניות פסולת משולה לנושאת מטוסים גדולה ששינוי מסלולה נעשה באיטיות.

הפתרון המוביל בישראל זה עשרות שנים, של הטמנת פסולת בקרקע, הוא הגרוע ביותר. לפיכך, באופן חד־משמעי אין מקום לפתוח אתרים חדשים במקום אלה שקרובים להתמלא. ראוי ורצוי שתתקבל החלטה כזו שתעוגן בחקיקה.

בטרם מתקבלות החלטות בדבר הפתרון הנדרש לפסולת הבלתי ניתנת למחזור יש לבחון את השלבים השונים בהיררכיה של הטיפול בפסולת. אם נעשה ככל האפשר בכל אחד מהשלבים, קודם כול תפחת כמות הפסולת שנדרש לטפל בה, וכמו כן, הפסולת שתגיע בסופו של דבר למתקני הקצה למחזור פסולת או להשבה לאנרגיה, תהיה איכותית מנקודת הראות של יעילות תהליך השרפה, אם יוחלט על כך. לכן, יש צורך דחוף בשינוי מודעות שיוביל להפחתת צריכה, לקידום שימוש חוזר ולהפרדת פסולת (במקור או במתקני מיון), ויקדם הקמת מתקני מחזור. על המדינה לסייע לרשויות

שירת הסביבה

אני רוצה / יוליה וינר

עורכת המדור: ד"ר עדנה גורני
ednagorney@yahoo.com

זֶה אֲדֹם

אֶף אֲנִי רוֹצָה כָּחֵל

זֶה כָּחֵל אֲבָל כֶּהָה מְדִי

זֶה בִּהִיר אֲבָל גָּדוֹל מְדִי

וְזֶה קָטָן מְדִי

זֶה בַּמָּדָה הַנְּכוֹנָה אֲבָל יָקָר מְדִי

וְזֶה זוֹל מְדִי וּבִטָּח לֹא שׁוֹה

זֶה בִּהְשֹׁג יָדִי אֲבָל מְכַעַר

וְזֶה יָפָה אֲבָל יֵשׁ לוֹ רַגְלִים

וְאֲנִי רוֹצָה עַל גִּלְגָּלִים

זֶה יָפָה וְעַל גִּלְגָּלִים אֲבָל לֹא אֶפְנָתִי

וְזֶה אֶפְנָתִי אֲבָל לֹא נוֹחַ

זֶה אֶפְנָתִי וְנוֹחַ אֲבָל אֶרֶץ מְדִי

אֲנִי רוֹצָה יוֹתֵר קָצֵר

וְשִׁתְּהֶיָה לוֹ יָדִית

וְזֶה יֵשׁ לוֹ יָדִית אֲבָל הוּא עוֹבֵד עַל סוּלָלוֹת

וְאֲנִי רוֹצָה אֶלְחוּטִי

וְזֶה אֶלְחוּטִי, לֹא יָקָר וְאֶלְגִּנְטִי

אֶף אֲטִי מְדִי, וּבְנוֹסָף כְּלוֹ סִינְתֵטִי

וְזֶה מַחְמֵר טִבְעִי

אֲבָל לֹא טָעִים וְדֵל וִיטְמִינִים

וְגַם הָאֲחֵרִיּוֹת לַחֲצִי שָׁנָה בְּלִבֵּד

לָזֶה יֵשׁ אֲחֵרִיּוֹת לִשְׁנֵתִים

אֲבָל הוּא הִיפּוֹאֶלְרֶגְנִי

וְזֶה הִיפּוֹאֶלְרֶגְנִי אֲבָל מִשְׁפָּחָתִי לֹא אוֹהֶבֶת

וְאֵין לוֹ מְגֵרוֹת

וְאֲנִי רוֹצָה מְגֵרוֹת מְזֻגָּוֹת

לָזֶה יֵשׁ מְגֵרוֹת אֲבָל הוּא בּוֹרְגָנִי מְדִי

הוּא גַם לֹא עוֹמֵד בְּרִטִּיבוֹת

וְגַם עֲצָמַת הַקּוֹל שְׁלוֹ נְמוּכָה מְדִי

לָזֶה יֵשׁ קוֹל חֲזָק אֲבָל גֶּפֶח הַזְּכָרוֹן מְצַמָּצֵם

וְגַם רִיחַ לֹא נָעִים

לָזֶה זְכָרוֹן מְסַפִּיק וְרִיחַ נָעִים

אֶף הוּא גוֹרֵם לְהִשְׁמָנַת יָתֵר

לֹא מִתְקַנֵּים אוֹתוֹ בְּאַרְץ

הוּא מַעֲלָה עֵבֶשׁ

מִתְקַלֵּף מִמֶּנּוּ הַעֲבֵעַ

הַבִּטָּנָה שְׁלוֹ מִתְפַּרָקֶת

וְהַמְכָּסָה נִפְתַּח בְּקִשִּׁי

וְרַק זֶה

יָפָה

אֶפְנָתִי

בְּטִיחוֹתִי

חֲמִים

טָעִים

חֶסְכוֹנִי

לֹא בּוֹרְגָנִי

כַּפְרִי

טָרִי

בְּרִיא

קָרִיא

אוֹטוֹמָטִי

דִּיאֵטֵטִי

מְסַפֵּק

מִפְנֵק

מִזִּין

מִלְבִּין

בְּשִׁמוּשׁ קָל וְנוֹחַ

עִם יָדִית וְעִם רִיחַ נִיחוּחַ

לֹא גָדוֹל וְלֹא קָטָן

לֹא אֶרֶץ וְלֹא קָצֵר

לֹא זוֹל וְלֹא יָקָר

אֶקְסֶקְלוֹסִיכִי

אוֹלְטִימְטִיכִי

וּבְנוֹסָף תּוֹצֵרֶת חו"ל

מִתְאִים לִי בּוֹל

אֲבָל הוּא כָּחֵל

וְאֲנִי רוֹצָה אֲדֹם



Save the Earth. וולטר פרנסון [1930–2015], זואולוג, חוקר, צייר טבע ידוע ואוהב טבע

השיר 'אני רוצה' סוחף מייד, בקריאת הבתים הראשונים, לחוויית קניות מוכרת. מגוון המוצרים עצום, והקונים מביטים והולכים לאיבוד בשלל הדגמים, הצבעים, התוכן והמרכיבים. הדוברת בשיר מתלבטת לגבי הגודל, הצבע, הריח, המרקם והצליל – החושים כולם משתתפים בחגיגה. הסחרחורת שאחזה בי כאשר קראתי את השיר הזכירה לי עמידה בסופרמרקט ענקי מול מדפים ארוכים של משחות שיניים, שהסתיימה ביציאתי מן החנות בלי לקנות, כי פשוט לא יכולתי להחליט. גם הדוברת בשיר מסוחררת מכל האפשרויות ומתקשה לבחור. בשיר בולטים גם הלחצים החברתיים שמופעלים בזמן הקנייה – האם המוצר אופנתי או לא? האם הוא משקף טעם

בורגני? האם הוא יפה – לא רק לעין אלא גם לבריאות?

אני סבורה שאנשים רבים יכולים להזהות עם המתואר בשיר. הטקסט מקפל בתוכו את ההתמכרות לקניות, את המבוכה והבלבול מול שפע המוצרים והאפשרויות, ולבסוף מצייר באירוניה את הצטמצמות החופש האישי. בחברה שמקדמת תרבות צרכנית ואף ומקדשת אותה – אנחנו במרוץ בלתי פוסק להשתכר מספיק כדי שנוכל לקנות דברים חדשים כל הזמן. אנחנו כלואים במבוך הזה, והחופש שלנו מצטמצם לחופש ההחלטה אם לקנות כחול או אדום, עם ידית או בלי ידית, על גלגלים או עם רגליים. התחנכנו ואנחנו מחנכים את הדור הצעיר, שהאושר תלוי ברכישה של עוד ועוד מוצרים, וזה אף פעם לא מספיק. תמיד יש מוצר חדש יותר, משוכלל יותר, גדול יותר, קטן יותר, היפואלרגני או זה שהמשפחה אוהבת, טבעי או סינתטי. המפרסמים שוקדים על טיפוח אותו 'חור שחור' שלעולם לא יכול להתמלא. צרכן מסופק ושמח בחלקו הוא צרכן רע. צרכן טוב הוא זה שרוצה כל הזמן עוד ועוד ועוד.

צריכת היתר הזאת מאיצה את שינוי האקלים, גורמת להתדלדלות מואצת של המשאבים הטבעיים, יוצרת אשפה ופסולת שאינן מתכלות, מזהמת את היבשה, האוויר והמים, גורמת למגפות ומביאה להכחדה של בעלי חיים וצמחים. כמו כן, היא מתבססת על רווחים לטווח קצר ובאופן שאינו מקיים. מי שחי ברמת חיים נמוכה משלם מחיר לא פרופורציוני על הצרכנות הזאת – כבר כיום ישנם פליטי אקלים ומלחמות שמתנהלות על שליטה במשאבים. כך מעמיק האי־שוויון החברתי, בתוך מדינות ובין מדינות. הדור הבא ישלם ביתר שאת את המחיר על הבזבז, הזיהום ושינוי האקלים.

האירוניה בשיר מזכירה לנו עד כמה מזיק ופוגעני אורח חיים צרכני כזה – כלפי עצמנו וכלפי כל השותפים שלנו, אנושיים ולא אנושיים, על פני כדור הארץ. כל אותן התחבטויות והתלבטויות לגבי מוצר שנקנה ונזרוק ונקנה אחר וכן הלאה – מוטב להן שיופנו לדברים חשובים יותר. בסוף השיר המעגל נסגר – הדוברת שרצתה כחול בתחילת השיר מצאה את הכריט המושלם, אבל שינתה את דעתה – עכשיו היא רוצה אדום. גם אצלנו, בעיצומה של מגפת הקורונה, ראוי שיידלק אור אדום, נורית אזהרה שמאותתת שאי אפשר להמשיך ולהתנהל כמו קודם. חייבים לחולל שינוי – לא רק ברמת המדיניות, אלא גם בהתנהגות ובהתנהלות של כל אחד ואחת מאיתנו.



תמונה אחת

בין קודש וחול

צילום: עינת שטקלר

אלפי בקבוקי זכוכית, רבים מהם של יין קידוש, לקראת איסופם למחזור. שכונת מאה שערים, ירושלים, 28 ביולי 2020

הפנים של המדע

מחזור החיים – ריאיון עם ד"ר ורד בלאס

ראיינו: ד"ר יוסי ענבר ושחר בוקמן

ד"ר ורד בלאס חוקרת אקולוגיה תעשייתית וניהול סביבתי בעסקים. היא מתמקדת בתהליך קבלת ההחלטות ובמדידה של הביצועים הכלכליים והסביבתיים של חברות, מוצרים ומערכות. בין השאר, היא בוחנת שרשראות אספקה, שווקים משניים, כלכלה מעגלית, מחזור ושימוש חוזר. לד"ר בלאס תואר שלישי במדעי הסביבה ובניהול מאוניברסיטת קליפורניה בסנטה ברברה (UCSB), והיא מרצה בכירה בחוג ללימודי הסביבה ע"ש פורטר באוניברסיטת תל-אביב.

ש: מי את, ד"ר ורד בלאס?

קודם כול אני אזרחית העולם, אמא, מרצה, חוקרת, תלמידה. הרבה שנים עוסקת בנושאי איכות הסביבה ומוטרדת מהם. לפני מספר שנים הייתי בשווייץ – אחת המדינות הנקיות בעולם, ולימדתי קורס בניהול פסולת ומשאבים. כשנכנסתי לשירותים מלוכלכים של בית קפה בלוצרן עם ביתי, שהייתה אז בת שלוש, היא שאלה אותי מדוע אני לא מלמדת את כולם לא לזרוק זבל בכל מקום. אז כנראה שהעיסוק בפסולת הוא חלק משמעותי בחיי כיום.

ש: ככה זה כשגדלים עם אמא שעוסקת בפסולת. באיזו סביבה גדלת את? מי ומה השפיעו עלייך ועיצבו את מי שאת כיום?

רוב חיי הצעירים חייתי בסביבה עירונית. כשהייתי קטנה מאוד עברנו לרעננה. רעננה של פעם, שעוד הייתה מושבה, הייתה סביבה עירונית עם אתנחתא כפרית. גרנו בקצה העיר, והכול סביבנו היה שדות כרוב וחסה, דרכם הייתי הולכת לבית הספר ולחוג הטניס. על שטחי השדות נמצא כיום פארק רעננה ונבנו בתי מגורים.

עם השנים תחום הסביבה עניין אותי יותר ויותר, אך רק לקראת סוף התואר הראשון בהנדסת תעשייה וניהול הבנתי שאני רוצה לעסוק בנושאים סביבתיים. הסתכלו עליי כעל עוף מוזר – מה הקשר בין תעשייה לסביבה? התחושה הזו, שהדברים שאני רוצה לעשות שונים מהמקובל, ואולי אף מקדימים את זמנם, מלווה אותי לאורך כל הדרך.

ש: יש לך קרבה משפחתית למהנדס המים הידוע שמחה בלאס – ממקימי מקורות, נציב המים הראשון, מיזמי תוכנית המוביל



ד"ר ורד בלאס. "אם נרתום את יכולות ההמצאה והחדשנות הישראליות לקידום שיטות לייעול תהליכי מחזור, כדי להפוך אותם לכדאיים בקני מידה קטנים, נוכל להיות "אור לגויים" לכלכלות רבות אחרות" | צילום: טרייסי לוי, AFTAU

הארצי, ומי שהמציא יחד עם בנו את שיטת ההשקיה בטפטוף.

האם הייתה לו השפעה על חיך ועל בחירותיך המקצועיות?

שמחה היה בן הדוד של סבא שלי. הוא אחד מבני הדודים המעטים שהצליחו להגיע ארצה לפני השואה, בניגוד לרוב המשפחה הענפה שנספתה במהלכה. שמו מלווה אותי תמיד – מעבודת השורשים בכיתה ז' ואף לאורך הקריירה המקצועית. עד היום אני כל פעם מגלה משהו חדש שהאיש המדהים הזה תרם למדינה. גם סבא שלי היה מהנדס במשרד החקלאות, כך שהסיפור של משק המים הישראלי והצורך לחסוך כל טיפה תמיד היה נוכח במשפחה. אני מתרגשת לראות שזוכרים ומוקירים אותך, למשל במקורות ובנטפים. זה מחמם את הלב ולא מובן מאליו. זה כנראה לא מקרה שאני מתעסקת הרבה בתחומים של פיתוח בר-קיימא ובמיזמים של חקלאות. לאחרונה הנחיתי עבודת דוקטורט (של נעה מירון) שכללה ניתוח מחזור חיים (LCA) של מערכת המים בישראל. היה מרגש מאוד לאסוף נתונים על מערכות המים, כולל המוביל הארצי, ולשמע שרבות מהמערכות המקוריות עדיין מתפקדות, אף על פי שלא תוכננו להחזיק מעמד עד היום.

ש: מה התרומה של מחקרי ניתוח מחזור חיים לתחום הפסולת?

קודם כול, השלב האחרון בניתוח מחזור חיים של כל מוצר או תהליך הוא "סוף מחזור החיים". כל מוצר (או תהליך תעשייתי) שכבר הפקנו ממנו את התועלת הרצויה, אנחנו צריכים להחליט מה לעשות איתו – לתקן, למצוא לו שוק משני שיהיה לו שימוש בו, למחזר או להשליך לפח. נוסף על כך, מעניין לבצע ניתוח מעמיק של אפשרויות הטיפול בפסולת. למשל, להשוות בין שיטות להפיכת פסולת לאנרגיה לבין מחזור והטמנה, על מגוון ההשפעות הסביבתיות שלהם. חשוב לזכור שפסולת היא לא רק מה שאנחנו רואים בפח שלנו. אם ניקח לדוגמה את מי השתייה שלנו, הרי הפקתם כרוכה בייצור פסולת. למשל, ישנם מכשירים ורכיבים שיש להחליפם במהלך הזמן, ופסולת נוצרת גם בתהליכי ייצור האנרגיה הנדרשת לשאיבה ולהתפלה.

ש: כמחקר אקדמי תאורטי זה מצוין, אבל האם בפועל ניתן לבצע ניתוחים מלאים ולהגיע למסקנות חד-משמעיות?

ניתוח מחזור חיים הוא כלי מורכב, אך הוא הכלי המתוחכם ביותר לקבלת החלטות איכותית. בלעדיו הכול רק דיבורים באוויר. לצערי, קובעי המדיניות בכלל, ובתחום ניהול הפסולת בפרט, לא נעזרים מספיק בניתוחים כאלה לקבלת החלטות. כדי שזה יקרה, יש צורך בהשרשת דפוסי חשיבה, בהנגשה של שיטות המחקר ובעיקר במיזם רב-מגזרי ליצירת בסיסי נתונים מקומיים שהחוסר בהם הוא קריטי. בניית יכולות מובנות (in-house) במשרדי ממשלה תאפשר שימוש אינטגרלי בכלים אלה בקבלת החלטות מבוססת ידע. הכניסה ל-OECD הביאה לקפיצה גדולה בראייה של הממשל ובתהליכים להשלמת פערים. ישנם עובדי ממשלה שמובילים מיזמים נהדרים כל אחד בתחומו, אך זוהי עדיין לא התפיסה הממשלתית המערכתית. הכלים רלוונטיים מאוד גם לתעשייה, ופונות אליי הרבה חברות המחפשות תשובות לשאלות כלכליות, ולעיתים גם לשאלות סביבתיות. התעשייה, בייחוד החברות הגדולות, מושפעת מסדר היום העולמי בשל דרישות שווקים בין-לאומיים. לדוגמה, האם ייצור ביוגז מפרש פרות הוא תהליך שבאמת מועיל לסביבה?

ש: אז מה המסקנה – ייצור ביוגז תורם לסביבה?

קשה לי לענות, כי התשובה קשורה להנחות היסוד של המודל ואף לשאלות אתיות. כשחברה מייצרת ביוגז מפרש של פרות, האם היא חברה המייצרת אנרגיה או חברה המטפלת בפסולת? האם את תהליך ייצור האנרגיה צריך להשוות לחלופות ייצור אנרגיה, או שנכון יותר להשוות בין הפתרון שניתן לפרש הפרות לעומת פתרונות אחרים לטיפול בו, והפקת האנרגיה היא רק תועלת אגבית? המיצוב הזה משמעותי מאוד לניתוח. ממנו תיגזר הבחירה בין גישה האומרת שפרש הפרות הוא חומר גלם שקיים בכל מקרה, ואין מחיר סביבתי לייצור שלו (בעצם אני 'עושה טובה' לתעשיית הבקר והחלב שאני משתמשת בו), לבין גישה האומרת שהוא תוצר

לוואי של אותה תעשייה, ולכן לייצור שלו יש עלויות סביבתיות (כמו שיש לפחם או לאנרגיית שמש) שצריך להביא אותן בחשבון בניתוח מחזור החיים של ייצור ביוגז. אלה גישות שונות במהותן, התלויות בסביבה הרגולטורית, ועד כמה יש בה ראייה מעגלית ומערכתית. ביצוע הניתוח בשתי הגישות מאפשר לתחום את עצמו בתוך טווח התוצאות.

ש: בראייה כזו אולי לא תמיד כדאי להקים מפעלי מחזור, בייחוד בישראל שהיא משק קטן.

אכן לעיתים (רחוקות) עדיף לא למחזר. לא בכל מדינה כדאי למחזר כל חומר. זה תלוי בתשובות לשאלות כגון: אם יש מפעל מחזור באותה מדינה, אם עליי לשנע את הפסולת למדינה מרוחקת, מה איכות תוצר המחזור וכמה ממנו נגרע ומועבר להטמנה. יש צורות מדידה המאפשרות להשוות את ההשפעה הסביבתית של חומר בתולי להשפעה של אותו חומר אך ממוחזר. הן מאפשרות לבחון אם תהליך המחזור באמת כדאי, ואם לא – כיצד ניתן להפוך אותו לזכה. מקבלי ההחלטות צריכים להשתמש בכלים הללו. מדובר בניתוחים מורכבים וממושכים, אך במידת הצורך ניתן לפשט אותם וללמוד מה הנתונים החשובים ביותר עבור ניתוח המציאות שלנו. ישראל היא כלכלה קטנה מדי למחזור של רוב החומרים. נוסף על כך, אנחנו אי של פסולת ושל אנרגיה, ואנחנו עניים במשאבי טבע. עם זאת, אם נרתום את יכולות ההמצאה והחדשנות הישראליות לקידום שיטות לייעול תהליכי מחזור, כדי להפוך אותם לכדאיים בקני מידה קטנים, נוכל להיות "אור לגויים" לכלכלות רבות אחרות.

ש: שאלת מיליארד השקל בתחום הפסולת בישראל היא מה לעשות עם הפסולת שאינה ניתנת למחזור – להמשיך להטמין או להפיק ממנה אנרגיה. אפשר לענות עליה באמצעות ניתוח מחזור חיים?

בהחלט. בוצעו ניתוחי מחזור חיים לשאלה זו, אך התוצאות שונות מניתוח לניתוח, כתלות במציאות המקומית. למשל, אם יש תשתית לשימוש באנרגיה הנוצרת או לא. כדי לענות על השאלה יש לבצע ניתוח מחזור חיים של החלופות הרלוונטיות ועל בסיס נתוני המציאות הישראלית. אומנם הניתוח מורכב וממושך, אך רק כך אפשר לדעת מה עדיף. עקרונית, לדעתי לא צריך לדחות את הפתרון של שרפת פסולת על הסף, אלא לאמץ אותו כפתרון ביניים עד שנדע לטפל טוב יותר בפסולת.

הטמנה היא בזבז של משאבים, אלא אם כן מתכננים לכרות מהם משאבים. זה לא מופרך – יש חומרים שריכוזם במטמנות גדול יותר מהריכוז הטבעי שלהם. יש מדינות שכבר עושות את זה, וזה מצריך הכנת תוכנית אסטרטגית לכרייה במטמנות.

צריך לנתח את זרמי הפסולת השונים כדי לדעת לאילו מהם אין פתרונות מתאימים, להפנות אותם לשרפה ובמקביל לעודד פיתוח פתרונות עבורם. צריך להקים תשתיות מחזור מתאימות,

המילה האחרונה

הפוליטיקה של הפסולת – ריאיון עם חה"כ מיקי חיימוביץ'

ראיינו: ד"ר יוסי ענבר ושחר בוקמן

חה"כ מיקי חיימוביץ' מובילה בשנה האחרונה את סדר היום הסביבתי בזירה הפוליטית. חיימוביץ', אשת תקשורת, שבין השאר הגישה את מהדורת החדשות המרכזית בערוץ 10, עברה לזירה הפוליטית ומכהנת בראשות ועדת הפנים והסביבה של הכנסת. נפגשנו איתה יום לאחר שהחל תהליך פיזור הכנסת ה־23, לשמוע על הדרך האישית שעברה ועל קידום סוגיות סביבתיות, ובראשן הטיפול בפסולת, במציאות הפוליטית הסבוכה של ימינו.

שחר: תוכלי לשחק אותנו איך הפכת ממי שמזוהה עם זכויות בעלי חיים למי שרבים משוחרי איכות הסביבה רואים כמועמדת מובילה לתפקיד השרה להגנת הסביבה?

ת: זכויות בעלי חיים נמצאות במודעות שלי כבר זמן ארוך (אני צמחונית כבר 30 שנים), ובשנים האחרונות התפתחה ממנה, כתוצר נלווה, המודעות הסביבתית. כשעסקתי בתקשורת שמעתי כמו כולם על ההתחממות העולמית, אך עיקר עיסוקי היה באקטואליה, בפוליטיקה ובנושאים חברתיים. את החיבור בין האקטיביזם שלי למען זכויות בעלי חיים לאיכות סביבה עשיתי לראשונה ב־2009, כשצפיתי בכתבה על פול מקרטני המשיק את קמפיין Meatless Monday בבריטניה. הוא דיבר על ההשלכות הסביבתיות של משק החי, דבר שהיה חדש עבורי, וגרם לי לקרוא על העניין. לאחר שפרשתי מהגשת מהדורת החדשות בערוץ 10, רציתי לקדם פרויקט למען בעלי חיים. נפגשתי עם אנשי אנונימוס, והם העלו את הרעיון לזיום את 'שני צמחוני' בישראל. פתאום נסגר לי המעגל, כי כבר כשראיתי את הכתבה עם מקרטני חלפה בי המחשבה שצריך לייבא את היוזמה לארץ, ושזה משהו שאני יכולה לעשות. דיברנו על כך שחמלה גורמת להזדהות מסוימת עם בעלי חיים, אבל ההיבט הסביבתי יכול לגייס ציבור נוסף. קראתי את דו"ח ה־IPCC – צילו הארוך של משק החי, ובאתי לפגישה עם הנהלת המשרד להגנת הסביבה בהצעה לערוך קמפיין משותף להפחתת צריכת בשר. למחרת התקשרו אליי יועצות חיצוניות של המשרד שהשתתפו בפגישה – ליאת צבי ומיה צוראל (שלהן רקע בשיווק ובמיתוג). הן אמרו שהמשרד לא יוכל לקדם קמפיין כזה עכשיו, אבל כיוון שגם לדעתן הנושא חשוב מאוד, הן מעוניינות לסייע לי. ערכנו מחקר



מיקי חיימוביץ' במליאת הכנסת | צילום: יצחק הררי, דוברות הכנסת

קטן וגילינו שמה שישכנע אנשים להפחית צריכה זה קודם כול שיקולים בריאותיים. לכן, הלכנו על המסר שלהפחתת צריכה יש תועלת כפולה – תועלת אישית לבריאות ותועלת ציבורית לסביבה. העשייה הזו פתחה לי את העיניים. הבנתי לאן צועדת האנושות ומה ההשפעות הצפויות על כל אחד מאיתנו. מודעות כזו עלולה לשתק אותך או לגרום לך להיות פעיל. אני הפכתי לפעילה מעורבת בצורה אובססיבית. כשקיבלתי על עצמי להוביל את תוכנית התחקירים החברתיים 'המערכת' ב'רשת', אמרתי שאני רוצה שנעסוק גם בתוכן סביבתי. רבים התנגדו, בטענה שזה לא מעניין אנשים. אין לזה רייטינג. אבל אני בהחלט מאמינה שמבחינה טלוויזיונית אפשר 'לפצח' גם נושאים 'כבדים', ואם תצליח – זה ירתק אנשים למסך. בסופו של דבר, איכות סביבה זה 'החיים עצמם', ואם תמצא את החיבור האישי אליך, זה יעניין אותך. בסופו של דבר עונה היה תוכן סביבתי, למשל: בזבוז מזון, הסביבה הימית, תחבורה ציבורית, פלסטיק והמחיר היקר של האופנה הזולה.

שחר: אפשר לפצח את הנושא של פסולת וגם לעשות תוכנית מעניינת בנושא?

ת: פסולת מתחברת להרבה היבטים בחיים שלנו. ולכן עסקתי בפסולת, אך זה היה במסגרת פרקים שונים. למשל, בתוכנית על



תוכנית אסטרטגית לפסולת מצריכה קודם כל החלה משקית רחבה של ניתוח מחזור חיים וניתוח זרימת חומרים, על כל חומרי הגלם והטכנולוגיות | צילום: דרור סיתהכל

ש: בימים אלה המשרד להגנת הסביבה מגבש אסטרטגיה בכל הקשור לניהול פסולת. לו את היית מופקדת עליה, איך היית ניגשת להכין אותה?

תוכנית אסטרטגית לפסולת מצריכה קודם כול החלה משקית רחבה של ניתוח מחזור חיים וניתוח זרימת חומרים, על כל חומרי הגלם והטכנולוגיות. אין מה לדבר על ניהול כלל הפסולת, אלא על ניהול הפסולת ברמת הזרמים השונים. צריך לדעת מהן כמויות הפסולת שיוצאות מכל זרם, להבין את פוטנציאל השימוש בהן ומה המשמעות של שרפה או מחזור של הזרם. אנחנו צריכים להשתפר בקבלת ההחלטות ולבסס אותן עוד יותר על נתונים וידע. לשם כך, יש צורך במידע: מצד אחד – על חומרי הגלם שהתעשייה משתמשת בהם, כמה פסולת יוצאת מכל זרם, באילו חומרי גלם ישתמשו בעתיד, ואם אפשר להשתמש במקומם בחומרים ממוחזרים; מצד שני – מהם צורכי האנרגיה ותכנון משק האנרגיה. מערך הפסולת קשור לתעשייה, למערך האנרגיה וכדומה. אם כל משרד יסתכל רק מנקודת המבט שלו, נוכל אומנם להגיע להחלטות סבירות, אך לא להחלטות מיטביות. לראיית, לשם קידום איכות הסביבה אומנם נדרשת רגולציה במקומות שהשוק לא מצליח לפעול או כשיש לספק רשת ביטחון, אך הראייה הכלכלית קריטית. הכלים בתחום שאני עוסקת בו מעשיים מאוד, כי הם ממזגים בין הראייה הכלכלית לסביבתית ומאפשרים ליצור מדדים משולבים. בתחום של חומרי גלם ופסולת ההחלטות מתנקזות לכסף ולחיסכון פוטנציאלי. קל יותר לדבר עם מנהלים ועם קובעי מדיניות בשפה של כסף ומשאבים מאשר בשפה של 'להציל את העולם'.

אם כי גם אז צריך לקבוע מהי הרמה המיטבית למחזור כל חומר מבחינה סביבתית וכלכלית. השאיפה ל־100% מחזור אינה ריאלית או כלכלית, לפחות עד שתהיה פריצת דרך מהפכנית בתחום. כמו כן, אנחנו זקוקים שינוי רדיקלי שיוביל להפסקת הצריכה העודפת.

ש: באקולוגיה תעשייתית נהוג להסתכל על התעשייה כעל מערכת אקולוגית ולנתח את זרמי החומרים במערכת. ראייה כזו יכולה לתרום לניתוח משק הפסולת?

אם אני ממחזרת פלסטיק ויוצרת ממנו חומרים ממוחזרים לשימוש תעשייה אחרת, אני רוצה לבחון את החומרים שמשתמשים בתעשייה הזו כדי להבין מה מקורם, מי משתמש בהם, באילו כמויות משתמשים כיום, כמה מהביקוש העתידי לחומר הגלם יכולים לספק החומרים הממוחזרים, ואם ניתן למחזר שוב או רק פעם אחת. ניתוח זרימת חומרים (Material Flow Analysis – MFA) מאפשר לענות על השאלות הללו. לצערי, בישראל לא נעזרים בכלי הזה, לא ברמה של חברה ולא ברמה של מגזר. יש מדינות שעשו זאת ברמה של הכלכלה כולה.

לדעתי, משרד הכלכלה חייב לעשות ניתוח כזה לאפיון חומרי הגלם לתעשייה ל־30 השנים הבאות, בהתאם לתחזיות לגבי התעשיות המובילות. ניתוח כזה יחייב לבחון מקורות לחומרי הגלם, לכמה זמן יש מלאי שלהם, אם יש להם תחליפים, מה ניתן למחזר ומה לא, מה אפשר להשאיר בשוק ומה לא. כיום אנחנו מפסידים פעמיים – אנחנו מייבאים חומרי גלם ומייצאים פסולת החוצה במקום להשאיר את החומרים בשוק המקומי.

בזבז מזון אספנו זבל בשכונה בדרום תל-אביב ובסביון והשוויון כמויות וסוגים, וצילמנו גם במטמנה בצפון הארץ. עסקתי בפסולת גם בפרק על פלסטיק, שעסק במיקרו־פלסטיק, ואף טסנו להולנד לצלם את מה שאנחנו קוראים לו בעברית מכובסת מתקן השבה, שהוא למעשה משרפת פסולת. נחשפתי למפעל כזה שמייצר אנרגיה לחימום 300,000 בתי אב.

יוסי: מעניין שהבן שלי טבעוני, אך לא בגלל חמלה לבעלי חיים, אלא 'באשמת'. הוא למד, בין השאר ממני, על ההשפעות הסביבתיות. אני לא meatless, אבל הדור הצעיר בהחלט נוטה לצמחונות.
ת: אתה עדיין לא meatless, יוסי?! אני חייבת להבין את זה. הרי כיום רוב אלה המגדירים את עצמם כפעילים סביבתיים, אינם אוכלים בשר. איך אפשר לעשות הכול למען הסביבה אך להמשיך לאכול בשר?

יוסי: יש לי מודעות סביבתית גבוהה מאוד, אך אני לא מגדיר את עצמי כפעיל סביבתי. אבל נחזור אלייך. כפעילת סביבה שנכנסה לזירה הפוליטית, מהם הדברים שהצלחת להזיז בכנסת בתחום הסביבה בכלל ובתחום הפסולת בפרט?

ת: לא נכנסתי לפוליטיקה בגלל תאוות שלטון או שררה, אלא כדי לעסוק בנושאי סביבה, במיוחד מכיוון שהבחנתי שאנחנו לקראת כנסת שאין בה מי שיעסוק בנושא הסביבתי. לכן, כשהגיעה אליי ההצעה להצטרף למפלגה שראיתי בה אלטרנטיבה שלטונית, לא הייתה לי הפריווילגיה לסרב. אני חרדה ממה שיקרה לעולם, לילדים שלי ולנכדים שלי (כשהיו). כשהורכבה הממשלה, המשרד להגנת הסביבה לא ניתן בידי כחול-לבן. סירבתי להצעה לכהן בראשות משרד ממשלתי, כי חשבתי שאם אני לא יכולה לקדם נושאי סביבה דרך הממשלה, אעשה זאת דרך הכנסת, כראשת ועדת הפנים והסביבה.

הוועדה קיימה מספר שיא של דיונים וסידורים בנושאי סביבה, עד ש'זכיתי' לקבל ביקורת על כך שאני מקדישה לזה זמן רב כל כך. אני גאה בכמות הישיבות שערכנו, התקנות שהתקנו, והפקקים ששחררנו. כשאת עוסקת בזה כל כך הרבה, את מצליחה להשפיע על סדר יומה של הכנסת. חשפתי את כל חברי הסיעה שלי בזמנו, כולל בני גנץ ויאיר לפיד, לחשיבות נושאי הסביבה. הקדשתי את נאום הבכורה שלי בכנסת לצורך להכריז על מצב חירום אקלימי. התהודה שנתתי לנושאים והעובדה שידועים שיש כתובת בכנסת לנושאי סביבה, בהחלט סייעה לך.

פרויקט הדגל שלי הוא 'ישראל נקייה', שמטפל במצב הפסולת ברשות הרבים. התחביב שלי הוא טיולים רגליים. כשאני מטיילת אני תמיד אוספת זבל, אך אני לא יכולה לנקות הכול, ותמיד אני חוזרת מטיולים בשברון לב.

בהקשר דומה, ישנן רשויות שרצו לחוקק חקיקת עזר האוסרת

שימוש בכלי פלסטיק חד־פעמיים במקומות מסוימים. המהלך נעצר בגלל עמדת משרד המשפטים, שקידום הנושא צריך להיעשות כחקיקה ראשית, שנמשכת שנים. בדיוני הוועדה הגענו להבנה שכן ניתן לעשות זאת דרך תקנות, ולפני מספר שבועות, לראשונה, חתם שר הפנים על חוק עזר עירוני בנושא של המועצה האזורית גליל עליון. עתה יהיה קל לרשויות נוספות – אילת והרצליה כבר פועלות בכיוון הזה – לשכפל את ההישג באמצעות חקיקה מקומית. פעלתי להגברת האפקטיביות של **חוק השקיות**. הפרת החוק גררה קנס בסך 40,000 ש"ח, לא יותר, אך גם לא פחות. בפועל, בגלל שהחוק לא אפשר מתן קנס מופחת על הפרה חלקית שלו, אך אחד לא נקנס. לכן, היה צורך בקביעת תקנות שיאפשרו מתן קנס מופחת. החוק נחשב להצלחה מאוד גדולה, אך השפעת החוק והקמפיין שנילווה לו מתחילים להיטשטש. אני מקווה שהתקנה החדשה תגרום לשימוש בסנקציה הכספית, ותיצור מוטיבציה בקרב רשתות המזון להפחית את השימוש בשקיות.

הגשתי הצעת חוק פרטית להרחבת **חוק הפיקדון לבקבוקים גדולים**, אבל לשמחתי היא התייתרה, כי ועדת הכלכלה אישרה השבוע את הרחבת תכולת החוק. להערכתי, הרחבת התכולה תשפר מאוד את ניקיון רשות הרבים.

ששת החודשים בתפקיד הם התקופה הכי אינטנסיבית בחיי, אך היא גם מספקת עד מאוד.

שחר: העשייה המקיפה שנעשתה בחצי שנה בלבד, מעלה מחשבות נוגות בדבר הפוטנציאל לקידום מטרות סביבתיות, לו חברי כנסת ושרים היו מכהנים למשך קדנציה מלאה, או אפילו שתיים רצופות.
ת: אחת הבעיות הגדולות שלנו היא היעדר משילות וחוסר רציפות שלטונית. בעיות נוספות הן היותו של המשרד להגנת הסביבה האחרון בתור והתחלופה הגבוהה של שרים. כל שר או שרה באים עם רצון להשאיר את חותמם על האג'נדה. זה בלט בכהונתו של אבי גבאי, שהחליט למקד את העיסוק בזיהום אוויר במפרץ חיפה, ואת כל העבודה שנעשתה בנושא הפרדה במקור הוא זרק לפח, תרתי משמע. זו בעיה גדולה, כי נושאי סביבה מחייבים אסטרטגיה ארוכת שנים. אני תולה את האשם בהיעדר מדיניות ובחוסר עקביות באג'נדה. כך אנו מוצאים את עצמנו בשנת 2020, מדינה מפותחת, הנמצאת הרחק מאחור כמדינה מתפתחת, כמעט ללא הפרדת פסולת במקור, עם שיעורי הטמנה מביישים ועם לכלוך מכל עבר. העתיד הלא ברור של המערכת הפוליטית אינו מבשר טובות. הייתה אצלי השבוע השרה להגנת הסביבה, שהציגה את פעילות המשרד, והכריזה שבימים אלה מסתיים גיבוש אסטרטגיית המשרד בכל הקשור לפסולת. זה כמובן מבורך שביצעו תהליך רציני, שלתוצאותיו אנו מחכים כחצי שנה, אבל אם נלך שוב לבחירות, מה יהיה בגורלה של התוכנית? מה הסיכוי ששר חדש יחליט ליישם את התוכנית שלא הוא יזם?



מיקי חיימוביץ' והיועץ לענייני פסולת א.ב.י. נוביק עורכים השוואה בין תכולת פחי הזבל של דרום תל-אביב לזו שבסביון. מתוך התוכנית 'המערכת' בנושא בזבז מזון, ששודרה בירשת' ב־2014.

חוקים רבים יש עלויות גבוהות, ולא תמיד הם יעילים בהגשמת מטרותיהם. האם יש צורך בחוק מתכלל – 'חוק הפסולת של ישראל'?

ת: בהחלט רצוי שיהיה חוק מרכזי, שמשמש נקודת ייחוס לאג'נדה בתחום הפסולת ויבטא את החשיבות הניתנת לנושא. מבחינה מעשית זה אף יסדיר סתירות הקיימות בין חוקים שונים. לצערי, באטמוספירה הפוליטית כיום יהיה קשה להעביר חוק כזה, שחקיקתו נמשכת זמן רב.

יוסי: משנותיי במשרד הגנת הסביבה, למדתי שעל המחוקקים לזכור שלחוקק ולקבוע תקנות זה לא מספיק, כי היישום שלהן מצריך משאבים וכוח אדם. לכן, תרומה משמעותית כמחוקקת יכולה להיות הגדלה משמעותית של תקציבי המשרד להגנת הסביבה, בייחוד של אלה המיועדים לכוח אדם מקצועי.

ת: כולי תקווה שהמשרד הזה, שהוא החשוב ביותר שיש, יהיה גדול וחזק יותר. במשרד להגנת הסביבה אנשי מקצוע טובים מאוד שעובדים בתנאים מאוד מסובכים. בעיה נוספת היא החלוקה בין משרדים רבים ורשויות רבות. לדוגמה, מים ואנרגיה הם סוגיות סביבתיות מהותיות אך הם לא בסמכויות המשרד להגנת הסביבה. אני מקווה שתהיה אצלנו התפכחות בעתיד, אבל בהכירנו את המציאות הישראלית, אולי רק כאשר משבר האקלים ייגע בבעיות ביטחוניות, ייתנו לנושא את המשאבים הנדרשים ואת תשומת הלב הראויה. המודעות משתנה, הרבה בזכות הנוער והתנועה העולמית, ועדיין, לצערי, בישראל ובמערכת הפוליטית, זה לא בראש סדר העדיפויות.

יוסי: חוק הפיקדון וחוק השקיות הם חוקים מבורכים, המועילים לניקיון רשות הרבים, אך הם כמעט לא תורמים לפתרון בעיית הפסולת. אם תישארי בתפקידך או אם תתמני לשרה להגנת הסביבה, האם תקדמי חקיקה שתחזיר את ההפרדה במקור? מה עמדתך לגבי שרפת פסולת?

ת: הפרדה במקור של פסולת אורגנית היא צורך קריטי. אנחנו אוכלים הרבה יותר פירות וירקות מהאירופים, וזה בא לידי ביטוי בהרכב הפסולת. פסולת אורגנית צריכה לחזור לאדמה. אם היא מגיעה למתקני מיון, קשה להפרידה מהפסולת הניתנת למחזור. אם נשרוף פסולת, נצטרך להשקיע הרבה אנרגיה אם תהיה בה תכולה אורגנית גבוהה. אם היא מגיעה למטמנות, היא יוצרת תסיסה ומטרדי ריח. אני לא נגד שרפת פסולת. כאמור, הייתי באמסטרדם במתקן שרפה שאיכות האוויר בארובה שלו טובה יותר מאיכות האוויר במרכז העיר, והעובדה שניתן לייצר אנרגיה מהפסולת היא יתרון שלא ניתן לביטול בעידן זה. אבל צריך לחשוב הפוך: קודם כול לצמצם את הפסולת, ורק את מה שייוותר להפוך לאנרגיה. יש לזכור, שהקמת משרפות יקרה מאוד, ושהקמת מספר קטן בלבד של משרפות גדולות היא בעייתית, כי אז שינוע הזבל נעשה על פני מרחקים גדולים. כמו כן, הקמת משרפות גורמת לשעבוד להן. זו מפלצת שצריך תמיד להזין אותה בפסולת. לכן, צריך קודם כול לשפר את הטיפול בפסולת, ואז בהתאם לתוצאות לקבוע את המיקום והכמות של המשרפות. לצערי הרב, אנחנו באיחור של לפחות עשור בהקמתן.

שחר: יש הרבה חוקים העוסקים בפסולת. ליישום ולאכיפה של



**מדי שנה בשנה מייצרים בעולם
300 מיליון טון מוצרי פלסטיק
הנזק של כלי פלסטיק חד פעמיים
הוא פגיעה קשה בטבע ואיום
קיומי של ממש על האדם**

פלסטיק אינו מתכלה, אלא מצטבר בטבע

פסולת פלסטיק מדיפה לאוויר חומרים רעילים

פלסטיק מתפרק לחלקיקים זעירים
שמגיעים לדרכי הנשימה

חומרים רעילים שנמצאים בפסולת
פלסטיק חודרים לאדמה ומזהמים מי תהום

חלקיקי פלסטיק חודרים לגופן של חיות בר,
של חיות משק ושל בעלי חיים ימיים ופוגעים
בהם קשות

השנה פתחה קק"ל בקמפיין

מרב פלסטיק לא רואים את היער
אנו קוראים למטיילים להימנע משימוש
במוצרים העשויים פלסטיק חד פעמי
ומבקשים להפסיק להביא אותם ליערות.
סייעו לנו לשמור על הסביבה ועל בעלי החיים.

הכלים החד פעמיים והאריזות העשויות
פלסטיק, אינם מתכלים באופן טבעי אלא
מצטברים ביערות, בשמורות הטבע ובים,
ויוצרים זיהום סביבתי.

**מהיום - שומרים על היער
מוותרים על כלים חד פעמיים**



לפרטים ולהרשמה
לאירועים ולסיורים ביערות
"קו ליער" 1-800-350-550

e-ירוק
המגזין האינטרנטי של קק"ל
www.eyarok.org.il

אתר קק"ל
www.kkl.org.il

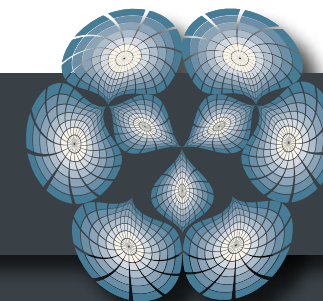
מרב פלסטיק לא רואים את היער

**השימוש הנרחב במוצרי
פלסטיק מסכן את
הסביבה של כולנו**



50
לאגודה הישראלית
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה
8-7 ביולי 2021
* ועידה מקוונת



קול קורא להגשת תקצירים

הנושא המרכזי בוועידה הקרובה הוא "שינוי האקלים: המשבר שאחרי הקורונה".

הוועידה תתמקד במחקרים המציגים מחקר סביבתי מקומי בעל השלכות יישומיות למזעור השפעות האדם על הסביבה.
בוועידה שלושה מסלולים עיקריים:

- מדעי הסביבה:** אנרגיה, טכנולוגיה והנדסה, אטמוספירה, קרקע, מים וים
- מדעי החברה והרוח:** בריאות, חינוך, כלכלה, משפט, תכנון ומדיניות
- אקולוגיה ושמירת טבע**

נשמח לקבל תקצירים להצגה כהרצאה או כהרצאת בזק מלווה בפוסטר בנושאים הבאים*:

שינוי האקלים – השפעות, היערכות והפחתת פליטות גזי חממה • אנרגיה, אנרגיה מתחדשת ואגירת אנרגיה • תכנון אנרגיה במרחב העירוני • זיהומי סביבה – מים, אוויר, קרקע • ניהול משאבי מים • תזונה בת-קיימא ובזבז מזון • טכנולוגיות סביבתיות/ קלינטק • הידרולוגיה וגאולוגיה חברה, תרבות וחינוך בנושאי שינוי האקלים וסביבה • בריאות וסביבה • קיימות עירונית • מדיניות, כלכלת סביבה ומשפט בנושאי סביבה • תכנון ובנייה • תחבורה חכמה • פסולת • ניהול המרחב הציבורי • אקטיביזם סביבתי

מערכות אקולוגיות: מיקרו ומאקרו ים ויבשה • מגוון המינים ומינים פולשים • אתגרים בשמירת טבע בישראל • חקלאות וסביבה – יחסי גומלין • תפקוד המערכת האקולוגית ושירותי מערכת אקולוגית • אקולוגיה מיקרוביאלית • יער וייעור

*ניתן להגיש תקצירים בנושאים נוספים הקשורים למדע ולסביבה.

הרשימה הסופית של המושבים תיקבע על ידי הוועדה המארגנת. חלק מהעבודות תיבחרנה להצגה במושב הרצאות בזק.

על התקציר לכלול את כל המרכיבים הבאים: רקע, שיטות, תוצאות, דיון ומסקנות, תרומת המחקר.

הוועידה השנתית של האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה מציגה את חזית המחקר הסביבתי בפוסטרים ובהרצאות. תקצירים חלקיים ומחקרים עם תוצאות ראשוניות בלבד יידחו על הסף.

הוועדה המארגנת תבחר את התקצירים האיכותיים ביותר בהתאם לחשיבות העבודה, התאמה לנושאי הוועידה, מקורות וחדשנות ואיכות התוצאות המוצגות.

הצעות למושבים ניתן להפנות לכתובת דוא"ל: conference@isees.org.il

תאריך הגשה סופי: 21 בפברואר 2021

להגשת תקצירים לחצו כאן

הגשת התקצירים תתבצע באמצעות טופס מקוון בלבד.

למידע נוסף ולהוראות מילוי טופס הגשת התקציר ניתן לפנות לאתר של הוועידה השנתית
conference.isees.org.il או לדוא"ל conference@isees.org.il

בברכת ועידה שנתית מוצלחת,
הוועדה המארגנת של הוועידה השנתית למדע ולסביבה 2021



מתגייסים לעזרת הטבע

צמחים פולשים מסבים נזקים חמורים לטבע בישראל ונחשבים לגורם השני בחשיבותו לאובדן המגוון הביולוגי בעולם. נוכחותם מזיקה גם לאדם ופוגעת בבריאותו ואיכות חייו, וכן לפגיעה כלכלית בתחומים רבים נוספים. כחלק מפרויקט לאומי לעידוד התעסוקה שמפעילה רשות הטבע והגנים, בתמיכת משרד האוצר, הצטרפו מאות מבין הבלתי מועסקים לסיוע בשמירה על הטבע כתרומה אדירה למדינה ופועלים לביעור המינים הפולשים ולצמצום נזקיהם.

בזכות פעילותם טופלו כעשרים מינים פולשים ובעיקר מיני המטרה המרכזיים: שיטה כחלחלה, שיטת עלי-ערבה, פרקינסוניה שיכנית וטבק השיח, שעברו טיפול כימי, עקירה, כריתה ודילול בשטח כולל של למעלה מאלף דונם בתחומי שמורות טבע, גנים לאומיים ושטחים פתוחים. הטיפול הממוקד נושא פרי ותוצאותיו נראות בשטח.

צילומים: אורי ששון ושי הופמן

בן אדם למקום | 3639* | www.parks.org.il



מה עשיתם לאחרונה בשביל הטבע?

ב-2021 זה הולך להיות קל מתמיד



טבע נקי זה בידים שלנו



**חקלאים, מחזיקים
פצצה מתקתקת במחסן?**

המשרד להגנת הסביבה במבצע ארצי לפינוי פסולת חומרי הדברה

פינוי פסולת חומרי הדברה הוא חובת החקלאי על פי חוק.
המשרד להגנת הסביבה יפנה בעבורכם את החומרים באופן מסודר,
לזמן מוגבל וללא תשלום!

- **איך מדווחים?** נכנסים לאתר המשרד וממלאים טפסים כנדרש.
- **מה עליכם לעשות לקראת הפינוי?** רכזו את הפסולת לפי הנחיות הבטיחות.
- **איך ייעשה הפינוי?** לאחר הדיווח יישלח אליכם עדכון על נקודות האיסוף ומועדי האיסוף. המידע יפורסם באתר המשרד להגנת הסביבה ויעודכן במהלך המבצע.

המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة
Israel Ministry of Environmental Protection

**אתם מדווחים – אנחנו אוספים
ללא אכיפה וללא ענישה!**

פרטים נוספים באתר המשרד להגנת הסביבה



מה הפל"א*? שיש תוצאות?

מפעל ה-RDF שהוקם ביוזמת חברת "נשר מפעלי מלט ישראלים" ואיגוד ערים דן לתברואה, בשיתוף חברת ורידיס, מזניק את רשויות גוש דן ל-40% מחזור והשבה!



*פל"א = פסולת לאנרגיה

וזה לא הכל! במהלך 4 שנות הפעלה:

- כ-300,000 טונות תחליף אנרגיה יוצרו מפסולת עירונית מעורבת!
- נמנעו פליטות של כ-190,000 טונות גזי חממה בייצור מלט!
- נמנעה הטמנה של כ-1,100,000 טונות פסולת!