

מערכת מדדים להערכת מדיניות הפרדת פסולת אורגנית במקור

דור פרידמן
עמית מכון מילקן

ברצוני להודות לכל המעורבים בכתיבת המחקר, שהקדישו לי מזמנם, ייעצו והכווינו, וסייעו בתהליך איסוף הנתונים, הניתוח והכתיבה: לעמותת אדם טבע ודין ובמיוחד למר גלעד אוסטרובסקי על ההנחיה המקצועית, הייעוץ וההכוונה, החדרת המוטיבציה והתובנות הרבות שלו על נושא המחקר, לעורך הדין אסף רוזנבלום על סיוע בכלל היבטים המשפטיים הקשורים לתחום הפסולת, ולד"ר בועז מייזל על הסיוע בעיבוד הסטטיסטי של הנתונים.

תודה מיוחדת לד"ר ורד בלאס על ההנחיה האקדמית והייעוץ לכל אורך הדרך, על כך שהתעקשה על סטנדרט מקצועי גבוה, ותרמה רבות מהידע ומהכלים שברשותה כדי שאוכל להפיק את מרב התובנות מהמחקר.

ברצוני להודות לכל נציגי הרשויות המקומיות ולנציגי אתרי הטיפול בפסולת אשר לקחו חלק במחקר, סייעו באיסוף הנתונים ותרמו מזמנם כדי להיפגש עימי ולסייע לי בלימוד תהליך הטיפול בפסולת בישראל. כמו כן, להודות למר יורם הורוביץ ולגברת נעמה אשור בן-ארי מהמשרד להגנת הסביבה, על שהקדישו מזמנם להיפגש עימי ועל התובנות והמידע שחלקו עימי. תודה גם לד"ר משה ינאי ולמר תומר כהן מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה על שסייעו לי בהשגת נתונים מעודכנים.

לבסוף, תודה למכון מילקן-המרכז לישראל על שנה נפלאה, מעניינת, מעשירה ומעצימה. תודה לצוות המכון המסור, לפרופסור גלן יאגו, למר סטיבן זכר, ובמיוחד לגברת אורלי מובשוביץ-לנדסקרוינר על התמיכה הרבה לאורך הדרך, הסבלנות, ההשקעה, ההכוונה והאוזן הקשבת. אני מעוניין להודות גם לעמיתי התוכנית אשר היוו עבורי מקור להשראה ולמוטיבציה לאורך הדרך.

על אודות תוכנית עמיתי מכון מילקן

תוכנית עמיתי מכון מילקן מקדמת את הצמיחה הכלכלית בישראל באמצעות התמקדות בפתרונות חדשניים, מבוססי שוק, לבעיות מתמשכות בתחומים חברתיים, כלכליים וסביבתיים. התוכנית מתמקדת באיתור פתרונות גלובליים והתאמתם למציאות הישראלית ובבניית ממשקים חיוניים המחברים בין משאבים ממשלתיים, פילנתרופיים ועסקיים, לטובת צמיחה ופיתוח לאומי בר-קיימא.

התוכנית מעניקה מלגות שנתיות לישראלים מצטיינים, בוגרי מוסדות להשכלה גבוהה בארץ ובעולם, המתמחים במוקדי קבלת החלטות הלאומיים ומסייעים בפיתוח פתרונות באמצעות מחקר והתמחות. היקף הפעילות של עמיתי התוכנית הוא מקסימלי – התמחות, הכשרה ומחקר במשך חמישה ימים בשבוע.

במשך שנת התמחותם עוסקים עמיתי מכון מילקן במחקר המדיניות במשרדי הממשלה וברשויות שלטוניות אחרות, ומסייעים למקבלי החלטות ולמעצבי המדיניות בחקר ההיבטים השונים של סוגיות כלכליות, סביבתיות וחברתיות.

בנוסף עורכים העמיתים מחקר מדיניות עצמאי, שמטרתו לזהות חסמים לתעסוקה ולצמיחה בישראל ולאתר פתרונות אפשריים. מחקרי העמיתים מתבצעים בהדרכת צוות אקדמאי ומקצועי מנוסה ותומכים במחוקקים וברגולטורים, המעצבים את המציאות הכלכלית, חברתית והסביבתית בישראל.

במהלך השנה מוענקת לעמיתים הכשרה אינטנסיבית במדיניות כלכלית, ממשל ושיטות מחקר. במסגרת מפגשי ההכשרה השבועיים, העמיתים רוכשים כלים מקצועיים לתיבת תזכירים, מצגות וניירות מדיניות, וכן כלי ניהול, שיווק ותקשורת. בנוסף, נפגשים העמיתים עם בכירים במשק ובממשל ועם אנשי אקדמיה מהשורה הראשונה בישראל ובעולם. בסמסטר הראשון, העמיתים משתתפים בקורס המתמקד בחידושים פיננסיים, במסגרת בית הספר למנהל עסקים באוניברסיטה העברית בירושלים. הקורס מקנה 3 נקודות זכות אקדמיות, ומלמד אותן פרופ' גלן יאגו, מנהל בכיר, ומייסד, המעבדות לחידושים פיננסיים™ במכון מילקן.

את בוגרי התוכנית ניתן למצוא במגוון תפקידים בכירים במגזר הפרטי, כמרצים באקדמיה, במגזר הציבורי וכיועצים לשרים ולמשרדי הממשלה. ישנם בוגרים שנקלטו במשרדי הממשלה, ואחרים המשיכו ללימודים גבוהים באוניברסיטאות מובילות בישראל, ארצות הברית ובריטניה.

תוכנית עמיתי מכון מילקן היא לא פוליטית ובלתי מפלגתית, ואינה מקדמת קו פוליטי או אידאולוגי. התוכנית ממומנת על ידי קרנות פילנתרופיות מובילות בארצות הברית ובישראל ומנוהלת על ידי מכון מילקן.



מערכת מדדים להערכת מדיניות הפרדת פסולת אורגנית במקור

דור פרידמן
עמית מכון מילקן



תוכן עניינים

1	תקציר מנהלים
8	1. מבוא
8	1.1 מגמות בניהול פסולת
8	1.2 מדיניות הטיפול בפסולת בישראל
9	1.3 אפיון הפסולת בישראל
10	1.4 השפעות סביבתיות של הטמנת פסולת עירונית
11	1.5 מהפכת הפסולת בישראל
14	2. בעיות וחסמים ביישום מדיניות הפרדת פסולת במקור ברשויות המקומיות
15	2.1 תפעול ועמידה ביעדים
15	2.2 מבנה השוק וחיסכון
16	2.3 מצאי הנתונים ואמינותם
17	3. מטרת המחקר ושיטות מחקר
19	4. מדדים ומחווניים סביבתיים בעולם
19	4.1 הקדמה
20	4.2 מדדים ומחווניים להערכת מדיניות ניהול פסולת
26	4.3 סיכום
26	5. מדדים סביבתיים לניהול מדיניות הפסולת בישראל
26	5.1 המצב בישראל עד שנת 2012
27	5.2 הצגת המדדים נבחרים
31	6. תוצאות
31	6.1 תיאור הרשויות המשתתפות במחקר
31	6.2 מדדים חודשיים להפרדת פסולת במקור בשנים 2011-2012

6.3 מדדי פסולת שנתיים בשנים 2011 ו-2012..... 35

6.4 עיבוד מדדי הפרדה במקור לאפיון הטיפול בפסולת ברמת המדגם (הרמה הלאומית)..... 37

7. דיון 38

7.1 בחינת ביצועי הרשויות: משקל הפסולת הנאספת ושיעורי המ חזור 38

7.2 טיב ההפרדה 41

7.3 משקל פסולת ביתית נוצרת לנפש 42

7.4 הערכת מדיניות מול תפעול מערך הפסולת 42

7.5 מדדי עלות-תועלת 44

8. מסקנות והמלצות מדיניות 45

9. ביבליוגרפיה 48

10. נספחים 53

תקציר מנהלים

בשני העשורים האחרונים חלו שינויים משמעותיים באופן ניהול הפסולת הביתית בישראל. החל בהסדרת ההטמנה והמחזור וכלה באימוץ של תפיסות ועקרונות מתקדמים, כמו אחריות יצרן מורחבת וניהול משאבים. במסגרת התמורות הללו מקדם המשרד להגנת הסביבה את "מהפכת המחזור" – הפרדת פסולת ביתית במקור במטרה להגביר את שיעורי המחזור ולהפיק משאבים מהפסולת, דוגמת דשן ואנרגיה. כוונתו לעשות זאת באמצעות העלאת היטל ההטמנה על פסולת ביתית ומתן מענקים לרשויות המקומיות וליזמים במטרה לקדם את ההפרדה במקור ואת המחזור וההשבה של הפסולת האורגנית. המעבר להפרדת פסולת במקור הוא מהלך מורכב, המצריך השקעה רבה בכוח אדם, הון, מחשבה ויצירתיות. הצלחת המדיניות תלויה במידה רבה במעבר שוטף של מידע עדכני ורלוונטי בין הרשויות המקומיות לבין המשרד להגנת הסביבה. במחקר זה מוצעת מערכת מדדים להערכת מדיניות הפרדת פסולת ביתית במקור בישראל ככלי להעברת ידע ומידע בין השלטון המקומי ומתקני הטיפול בפסולת לבין המשרד להגנת הסביבה, שמטרתה לאפשר הערכה של האפקטיביות והיעילות של כלי המדיניות המופעלים, לסייע בהקצאת המקורות ברמה המקומית והארצית, וכן לשמש כלי לניהול מערך הפסולת ברמת הרשות המקומית.

הגדרת הבעיה

המעבר להפרדת פסולת במקור הוא מהלך מורכב, המצריך התאמה של מערך אצירת הפסולת ואיסופה לסוג היישוב, למבנה המרחבי שלו, לסגנון הבנייה ולהרכב האוכלוסייה שבו. ברמה הארצית נדרש המשרד להגנת הסביבה לנהל את הקצאת המשאבים שברשותו באופן יעיל ואפקטיבי במטרה לעמוד ביעדים שהציב למדיניות הפרדה במקור. לשם כך, דרושים למשרד להגנת הסביבה נתונים עדכניים על אודות תהליך הטיפול בפסולת ביתית בישראל ושיטות לעיבוד הנתונים ולחישובם, שיאפשרו לו להפיק מהם תובנות לגבי מידת העמידה ביעדים, היעילות של כלי המדיניות השונים שהופעלו, והתאמתם לסוגים השונים של הרשויות.

מנגד, קיימת בעיה חמורה מבחינת המצאי, האיכות והעדכניות של נתוני הפסולת בישראל, ובפרט קיימת הבעיה לגבי נתוני מפתח העוסקים בפסולת האורגנית המופרדת במקור. זאת ועוד, מחושבים כיום מספר מועט בלבד של מדדים מהנתונים הזמינים.

הפתרון

מדדים מסייעים בכימות ובפישוט של מידע מורכב ובהעברתו לציבור ולקובעי המדיניות. באמצעות מערכות מדדים ניתן לקדם קבלת החלטות מושכלות ולשפר את ביצועי המדיניות הציבורית. סקירה של מערכות מדדי פסולת הנהוגות במדינות שונות בעולם ושל מחקרים אקדמיים בנושא מעלה את הממצאים הבאים:

- א. מערכות מדדי פסולת התגלו כיעילות להעברת ידע וללימוד רוחבי ברמת השלטון המקומי, והן מסייעות ביעול מערך הטיפול בפסולת ובהקצאה יעילה של ההון הציבורי.
- ב. מדדי הפסולת מעוצבים ומשתנים בהתאם למטרות, ליעדים ולכלי המדיניות שהוגדרו במדינות השונות.
- ג. מיסודו והפעלתו של בסיס נתונים עדכני, רלוונטי ואמין הם תנאי הכרחי ליצירתה של מערכת אפקטיבית של מדדי פסולת.

- ד. שיתוף בעלי זיקה (stakeholders) בשלבי התכנון והעיצוב של מערכת המדדים מסייע במיסודה וביישומה.
- ה. הנגשת המידע לציבור מסייעת להגברת המודעות הציבורית בנוגע למדיניות הפסולת ומניעה אותו להשתתף בה בצורה פעילה.

מערכת מדדים להפרדת פסולת במקור בישראל

במסגרת המחקר מוצעת מערכת מדדים לבחינת העמידה ביעדים ויעילות כלי המדיניות המופעלים במסגרת מדיניות הפרדת פסולת במקור בישראל. עיצוב המערכת מבוסס על סקירתם של מדדי פסולת נפוצים במדינות שונות בעולם ובספרות, תוך התאמתם לתהליכי הטיפול בפסולת ביתית בישראל, ובפרט לתהליך הפרדת הפסולת במקור. בטבלה הבאה (בעמוד הבא) מפורטים המדדים המוצעים. עבור כל מדד מפורטים מטרתו, הסבר כללי על המדד, הנתונים הדרושים לשם חישובו, יחידות הביטוי של המדד ומגבלותיו.

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
משקל פסולת אורגנית נטו למשק בית שמשתתף בהפרדה במקור	מחווין זה מודד את המשקל הממוצע של הפסולת האורגנית שנאספת בנפרד. בחישוב המדד אנו מבצעים ניכוי של השאריות הלא-אורגניות המצויות בזרם הפסולת, וכך מקבלים את כמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו למשק בית	תוצאות המדד מצביעות על רמת ההשתתפות של משקי הבית בהפרדה במקור	<ul style="list-style-type: none"> משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור שנאספה (טונות בחודש): נתון זה מבוסס על פי רוב על שקילות בתחנת המעבר סך משקי הבית שהוטמעו במערך ההפרדה במקור (בחודש) שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב עבור הרשות הנמדדת (בחודש)¹ 	ק"ג למשק בית בחודש	<ul style="list-style-type: none"> אי-ודאות באשר למשקל הפסולת האורגנית המטופלת באמצעות מְדֵשָׁנִים ביתיים משקל הפסולת האורגנית המופרדת במקור משתנה על פני זמן ובנקודות שקילה שונות, בשל אבדן נוזלים והתפרקות ביולוגית נתוני הלמ"ס עבור משקי הבית אינם מעודכנים על בסיס שנתי

¹ שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב הוא משקל הרכיבים שאינם אורגניים-רקבוביים (למשל: נייר, פלסטיק וכולי) שמצויים בזרם הרטוב ביחס לסך המשקל של הזרם.

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
משקל המתמחזרים² למשק בית ברשות המקומית	מחווין זה מודד את המשקל הממוצע של פסולת המתמחזרים הנאספת בנפרד	מדד זה בוחן גורם מרכזי נוסף שמביא להסטת פסולת מהטמנה. הפרדת המתמחזרים היא נדבך מרכזי בתוכניות הטיפול בפסולת של חלק מן הרשויות, בעיקר לאור יישום חוק הארזות	<ul style="list-style-type: none"> משקל המתמחזרים (טונות בחודש): נתון זה מבוסס על נתוני שקילה של קבלני האיסוף או של מפעלי המחזור סך משקי הבית ברשות המקומית 	ק"ג למשק בית בחודש	<ul style="list-style-type: none"> בחלק מן המקרים מדווחים הנתונים אחת לשנה או אחת לרבעון נתונים עבור משקי הבית של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה אינם מעודכנים על בסיס שנתי חשש למדידה של פסולת ממקור מסחרי יחד עם הפסולת הביתית
משקל הפסולת הביתית הנוצרת לנפש ברשות המקומית³	מחווין זה מחשב משקל פסולת ביתית הנוצרת לנפש בחודש בתחומי הרשות הנמדדת	משקל הפסולת הנוצרת הוא מחווין מרכזי לניהול מדיניות הפסולת הנוכחית ולעיצוב, ליישום ולהערכה של מדיניות הפחתה במקור	<ul style="list-style-type: none"> משקל המתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור (טונות בחודש) משקל הפסולת היבשה⁴ (פח ירוק) (טונות בחודש) משקל הפסולת המעורבת (טונות בחודש) מספר התושבים ברשות המקומית 	ק"ג לנפש בחודש	<ul style="list-style-type: none"> בחלק מן המקרים מדווחים הנתונים אחת לשנה או אחת לרבעון קיים קושי רב בקבלת נתונים עבור משקל פסולת מתמחזרים שמוסטת להטמנה הטיה של אחד מזרמי הפסולת תטה את המדד לאותו הכיוון
שיעור ההפרדה במקור	מחווין זה מחשב את שיעור הפסולת המופרדת במקור מסך הפסולת הנוצרת בתחומי הרשות	זהו מדד מפתח להערכת מדיניות ההפרדה במקור, שמטרתה הגדלת שיעורי המחזור ל-50% עד שנת 2020, ולבחינת יישום כלי המדיניות ברשויות השונות	<ul style="list-style-type: none"> משקל המתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל הפסולת הביתית הנוצרת (טונות בחודש) 	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	<ul style="list-style-type: none"> הטיות שונות בכמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו ובכמות הפסולת הנוצרת, עלולות לעוות את התוצאות

² הכוונה היא לזרמי פסולת נפרדים הנאספים במקטע הפנים עירוני, כמו: בקבוקי משקה, נייר, קרטון וכן הלאה.

³ בניגוד למדדים האחרים, הוחלט לחשב את מדד הפסולת הנוצרת לנפש ולא למשק בית. זאת במטרה להשוות את המדד המוצע למדדים הלאומיים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

⁴ ראוי לציין כי במקרים רבים זרם הפסולת ה"יבש" מתאפיין בתכולת לחות גבוהה, עקב דליפת פסולת אורגנית לתוכו.

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
שיעור ההפרדה במקור	מחונן זה מחשב את שיעור הפסולת המופרדת במקור מסך הפסולת הנוצרת בתחומי הרשות	זהו מדד מפתח להערכת מדיניות ההפרדה במקור, שמטרתה הגדלת שיעורי המחזור ל-50% עד שנת 2020, ולבחינת יישום כלי המדיניות ברשויות השונות	<ul style="list-style-type: none"> משקל המתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל הפסולת הביתית הנוצרת (טונות בחודש) 	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	<ul style="list-style-type: none"> הטיות שונות בכמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו ובכמות הפסולת הנוצרת, עלולות לעוות את התוצאות
שיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת	מדד זה מחשב את שיעור המחזור וההשבה (הסטת פסולת מהטמנה) מתוך כלל הפסולת הנוצרת. חישוב המדד מתייחס גם להפרדה מְכִינִית של פסולת מעורבת בתחנות המעבר	זהו מדד מפתח להערכת מדיניות ההפרדה במקור, שמטרתה הגדלת שיעורי המחזור ל-50% עד שנת 2020	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים (טונות בחודש) משקל הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל פסולת מעורבת ויבשה (טונות בחודש) שיעור הפרדת פסולת מתמחזרים ופסולת אורגנית מכלל הפסולת בתחנות מעבר משקל פסולת ביתית נוצרת (טונות בחודש) 	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	<ul style="list-style-type: none"> הטיות שונות בכמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו ובכמות הפסולת הנוצרת, עלולות לעוות את הנתונים בשל מחסור בנתונים, לא ניתן לחשב את כמות המתמחזרים והפסולת האורגנית הממוינים בכל תחנת מעבר פסולת אורגנית המופרדת במיון מְכִינִי היא חומר גלם נחות, ובחלקה אינה ממוחזרת התפלגות משקל הפסולת בין מחזור, הטמנה וכיסוי מטמנות אינה ידועה
שיעור איסוף יחסי	מדד זה מחשב עבור כל רכיב מזרם המתמחזרים ⁵ ועבור הפסולת האורגנית את שיעור איסופו ביחס למשקלו הכולל בזרם הפסולת שנוצר	מדד זה מציג את הרכיבים השונים של שיעור ההפרדה במקור, ובאמצעותו ניתן לבחון את ביצועי הפרדת הפסולת ברשות תוך מיפוי נקודות חוזק ונקודות חולשה באיסוף הפסולת	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים לפי רכיב (Qi) (טונות בחודש)⁶ משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל פסולת ביתית נוצרת (טונות בחודש) הרכב משקלי של הפסולת הביתית בישראל (סקר הרכב הפסולת הארצי)⁷ 	באחוזים לכל רכיב מסך משקלו בזרם הפסולת הנוצר	<ul style="list-style-type: none"> דליפות פסולת ממקורות שאינם ביתיים (פסולת מסחרית, מוסדות ציבור) עלולות להביא להערכת יתר של שיעור האיסוף היחסי של הפסולת הביתית שיעור משקל הרכיב בזרם הפסולת מבוסס על ממוצע ארצי מן הפסולת המעורבת תדירות ביצוע סקרי הרכב הפסולת בישראל נמוכה, ופוגמת בעדכניות המדד. נתוני הסקר האחרון הם משנת 2005⁷

⁵ קרי, בקבוקי משקה, מתכת, זכוכית, נייר וכן הלאה.

⁶ Qi מסמל את המשקל הנאסף של אחד מרכיבי פסולת המתמחזרים המסומן ב-i (טונות בחודש).

⁷ בחודשים אלה מתבצע סקר הרכב הפסולת לשנת 2013.

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
השקעה ממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה	מדד זה בוחן את ההשקעה הממשלתית שהביאה להסטת טונה פסולת מהטמנה, קרי, להעברת טונה פסולת ביתית מהטמנה למחזור	מחווין זה נועד לבחון את יעילות הקצאת המשאבים הממשלתיים. זאת באמצעות בחינת התפוקות (מחזור פסולת) ביחס לתשומת שהושקעו בהן (מענק ממשלתי)	<ul style="list-style-type: none"> משקל פסולת ביתית שנוצרה בשנתיים עוקבות (טונות בשנה) משקל פסולת ביתית להטמנה בשנתיים עוקבות (טונות בשנה) גובה המענק הממשלתי 	<ul style="list-style-type: none"> המדד מחושב ביחידות כסף (ש) שהביאו להסטת טונה פסולת מהטמנה 	<ul style="list-style-type: none"> בעת חישוב המדד לא בוצע היוון של תזרים המזומנים הנובע מהמענק, ולפיכך אין התייחסות לערך הזמן של הכסף היוון תזרים המזומנים הוא מורכב בשל מספר הנחות רב שיש לבצע באשר למועד העברת התשלום, השימוש החלופי בכספי ההתחייבויות של הקרן לשמירת ניקיון ושער הניכיון שיש להשתמש בו בשלב זה, המדד אינו כולל את התחייבויות המשרד להשקעה במתקני קצה ובתחנות מיון המדד אינו כולל את ההשקעה התקציבית שביצעה הרשות בעת המעבר להפרדה במקור, וכן אינו כולל עלויות הון נוספות הנגררות מעצם המעבר לפיכך, הוא מתאים בעיקר לרמה הלאומית המדד מיועד לבחינת מדיניות ברמת המשק, ופחות מתאים (בשלב זה) להשוואה בין הרשויות השונות

דגימה, חישוב וניתוח של מערכת המדדים

יישומה של מערכת המדדים מבוצע במחקר זה באמצעות מדגם של 4 רשויות מהשלטון המקומי. עבור כל רשות נאספו נתונים חודשיים עבור השנים 2011–2012 באשר למשקל הפסולת הביתית הנאספת, לפי סוג הפסולת ואופן הטיפול בה, וכן נתונים על מספר משקי הבית המשתתפים בהפרדה במקור בכל רשות לפי חודשים. הרשויות נשאלו גם לגבי איכות הפסולת האורגנית המופרדת במקור, שיטות איסוף, מדידת הנתונים ואמידתם, דגמי ההפרדה ברשות ומאמצי הבקרה על ההפרדה במקור. השלמה לאיסוף הנתונים נעשתה באמצעות תחנות המעבר ומתקני הטיפול שקולטים את הפסולת מהרשויות השונות, מתוך סקרי פסולת מקומיים שהיו זמינים עבור חלק מן הרשויות, ומתוך סקרים ארציים, דוגמת סקר הרכב הפסולת הארצי.

המדדים החודשיים חושבו עבור 4 הרשויות, וכן חושבו ממוצעים שנתיים עבורם. בחינת מגמות על פני זמן והשוואה בין הרשויות השונות נעשו באמצעות מבחנים סטטיסטיים פרמטריים וא-פרמטריים בהתאם להתפלגות הנתונים. לבסוף נידונו הנתונים ונותחו לאור משתנים מקומיים, כמו דגמי ההפרדה ברשויות השונות וסקרים מקומיים, וכן לאור הממצאים

שעלו בספרות ובסקירה העולמית. נוסף על כך, חלק מהמדדים חושבו עבור רמת המדגם שבמערכת מדדים מקיפה תהווה את הרמה הלאומית, ונבחנה אפקטיביות המערכת ככלי להערכת המדיניות.

הממצאים העיקריים מראים כי חלה התקדמות לעבר היעד העיקרי שהציב המשרד להגנת הסביבה, השגת 50% מחזור עד שנת 2020. התקדמות זו מושפעת בעיקר מעלייה בשיעורי המחזור וההשבה של פסולת אורגנית מופרדת במקור. מנגד, נמצא כי שיעור הפסולת האורגנית שנאספת בנפרד הוא אחוז קטן יחסית מסך הפסולת המופרדת במקור. כמו כן, נידונו הפערים הקיימים בזמינות ובאיכות הנתונים המתארים את משקל הפסולת האורגנית המופרדת במקור ואת איכות ההפרדה. בעניין משקל סך הפסולת הביתית הנוצרת, נמצא הבדל מובהק בין תוצאות המדדים לבין הממוצעים הארציים. ברמה המקומית נמצאה התאמה בין מודל ההפרדה ויעדי המדיניות ברמת הרשות המקומית לבין תוצאות המדדים, בעיקר עבור פסולת של חומרים מתמחזרים (פסולת לא-אורגנית הנאספת בנפרד, כמו פלסטיק, נייר וקרטון). לבסוף, נידונו היישומים האפשריים של מערכת המדדים ככלי לניהול ולבקרה על מערך הפסולת המקומי, וככלי לביצוע הערכת מדיניות הפרדת הפסולת במקור ברמה הארצית. כמו כן, המערכת נמצאה ככלי שמאפשר ייעול של הקצאת המקורות ברמה המקומית והארצית, וכבסיס נתונים למחקרים מתקדמים בנושא ניהול מערכי הפסולת בישראל.

מסקנות והמלצות

א. מערכת מדדי פסולת להערכת מדיניות של הפרדה במקור בישראל:

מערכת המדדים המוצעת התגלתה כמועילה לביצוע הערכת מדיניות הפסולת הן ברמה הארצית הן ברמה המקומית. עם זאת, לנוכח מגבלות הזמן והנתונים הוצעה במחקר זה מערכת מדדים ראשונית בלבד.

- מומלץ לאמץ את המערכת המוצעת כמות שהיא, תוך פיתוח של מדדים נוספים והתאמת המערכת לשינויים שחלים במדיניות הפסולת של ישראל.
- מומלץ לשתף בעלי זיקה נוספים בפיתוח מערכת המדדים, במטרה להקל על יישומה בעתיד.

ב. הערכת ביצוע הפרדה במקור של פסולת אורגנית

לאור דלות הנתונים העוסקים באיסופה בנפרד של פסולת אורגנית, ובפרט באיכות ההפרדה של פסולת זו, יחד עם חשיבותם של נתונים אלה להערכת המדיניות ולהערכת מידת המורכבות הכרוכה באיסוף הנתונים הללו, מומלץ על:

- ביצוע סקרים של הזרם הרטוב ושל הזרם היבש בכל אחת מהרשויות המשתתפות בהפרדת פסולת במקור בתדירות חצי-שנתית לכל הפחות, בשנתיים הקרובות.
- פיתוח שיטת מחקר לביצוע סקרים פשוטים וזולים ברמת הרשות, שתאפשר אומדן של שיעור השאריות בזרם הרטוב ושל שיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש ברמת דיוק גבוהה יותר.

ג. מערך לאומי של נתוני פסולת

הפקת מערכת מדדים אפקטיבית מצריכה נתונים רבים, ובעקבות המחסור הנוכחי בנתונים איכותיים, אמיינים ועדכניים יש צורך:

- להקים מערך לאומי לנתוני פסולת בניהולו של המשרד להגנת הסביבה, שיעודכן על-ידי הרשויות המקומיות.

- לדאוג שהמאגר יעודכן בנתונים רבעוניים לכל הפחות. אופן חישוב הנתונים ומדידתם יוגדר במפורש על-ידי המשרד להגנת הסביבה.
- 4. הנגשת מידע לציבור
 - למידע נגיש ואמין על אודות הטיפול בפסולת ברמה המקומית וברמה הלאומית יש חשיבות גבוהה להגברת המודעות והמוטיבציה בקרב הציבור, לסיוע במחקר ולייצור ידע בתחומי הטיפול בפסולת.
 - מומלץ לעבד את נתוני הפסולת של המערך הלאומי לאור תוכניות האב ויעדי המדיניות והפקת דוח טיפול בפסולת בתדירות תלת-שנתית לכל הפחות.
 - יש לאפשר גישה מקוונת למאגר הנתונים לחוקרים ולארגוני מגזר שלישי, ולהנגיש את המדדים לציבור הרחב.

1. מבוא

1.1 מגמות בניהול פסולת

ניהול משק הפסולת עבר מספר תמורות במהלך העשורים האחרונים של המאה ה-20. תמורות אלה משתקפות במחקר שעוסק במודלים שפותחו לשם ניהול הפסולת (Browne and Morrissey, 2004). המודלים הראשונים עסקו בפריסה המרחבית של אתרי ההטמנה ובמיטוב של מסלולי איסוף הפסולת. החל בשנות ה-80 התפתחה ראייה מערכתית בניהול הפסולת, ובחינת המערכת כולה גם את המְנְשָׁקִים (interfaces) בין הגורמים השונים המעורבים בה. זאת ועוד, בניגוד לנעשה קודם לכן, חלק מהמודלים שהתפתחו בשנות ה-80 כללו אפשרויות מחזור, אם כי המטרה העיקרית הייתה מזעור עלויות הטיפול בפסולת. החל בשנות ה-90 אימצו מדינות שונות גישה של ניהול משולב של פסולת מוצקה (Integrated Solid Waste Management — ISWM): בחינה של כלל זרמי הפסולת הנוצרים, והתאמת הטיפול המיטבי עבור כל זרם מתוך כלל החלופות. ההתאמה נעשית תוך הפנמה של היבטים סביבתיים לצד השיקולים הכלכליים בתהליכי קבלת ההחלטות, בין היתר באמצעות ניתוח מחזור חיים (Life Cycle Analysis — LCA).

לאור זמינות מוגבלת של משאבי טבע והצטברותם בתשתיות האזורים העירוניים המתרחבים, הופכת מדיניות הפסולת במדינות שונות למדיניות ניהול חומרים. גידול אוכלוסייה מגביר את התלות במשאבי הטבע ומרחיב את עודף הביקוש למשאבים (Brunner, 2007). באמצעות "כריית" חומרי גלם שניוניים מתוך זרם הפסולת (urban mining), שימוש חוזר במוצרים והגברת שיעורי המחזור וההשבה, ניתן להפחית את ההשפעות הסביבתיות של הפסולת מחד גיסא, ולהקל על המחסור בחומרי גלם טבעיים מאידך גיסא (שם).

1.2 מדיניות הטיפול בפסולת בישראל

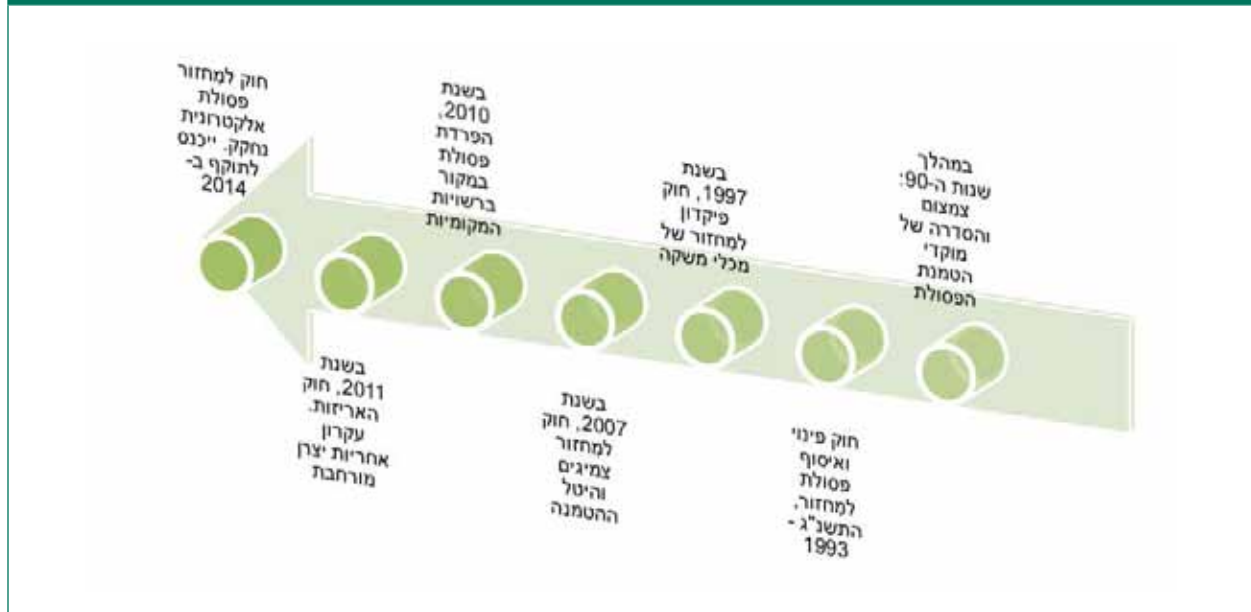
בשני העשורים האחרונים חלו מספר תמורות במדיניות ניהול הפסולת בישראל:

- ה. **תוכנית מתאר ארצית לסילוק אשפה (תמ"א 16):** מטרת התוכנית הייתה לקבוע אתרים מתאימים לסילוק פסולת (בפועל אתרי הטמנת פסולת), לאור שיקולים כלכליים וסביבתיים (משרד הפנים, 1989).
- ו. **הטמנת המחזור:** בשלהי שנות ה-90 החלה ממשלת ישראל באסדרה ובהגדרה של יעדי מחזור פסולת עבור השלטון המקומי (תקנות פינוי ואיסוף פסולת למחזור, התשנ"ח-1998).
- ז. **ניהול פסולת משולב:** החל בשנות ה-2000 החלה להתקבע התפיסה של ISWM בישראל. כתיבתם של סדרת מסמכי חושבה (חושבה לתכנון בע"מ, 2004) היוותה את הרקע לגיבוש מדיניות הפסולת של ישראל בשלב זה, אם כי הפרדת הפסולת במקור לא נכללה תחת המלצות הצוות. ההמלצות על צעדי המדיניות נבחנו בנפרד עבור פסולת יבשה ורטובה או עבור פסולת מסחרית וביתית. זאת תוך בחינת החלופות השונות לאור שיקולים חברתיים, כלכליים וסביבתיים ובראייה כוללת של המערך הארצי לטיפול בפסולת מוצקה (שם).

איור 1 מסכם את הצעדים העיקריים שבוצעו לשם קידום מחזור הפסולת בישראל בשני העשורים האחרונים. בדומה לנעשה בעולם רואה המשרד להגנת הסביבה כיום בפסולת משאב פוטנציאלי, ושואף להחיל את מדיניות הפסולת כחלק ממדיניות ניהול חומרי גלם ומשאבי הטבע, תוך הפחתת ההשפעות הסביבתיות השליליות הנובעות מהטיפול בפסולת.

נוסף על כך, המשרד להגנת הסביבה פועל במטרה לאמץ את ראיית מחזורי החיים כחלק בלתי נפרד מקביעת המדיניות בטיפול בפסולת מוצקה בישראל ומעיצובה. יש להקדים ולומר כי לשינוי מדיניות הפסולת של ישראל לא התלוותה תוכנית אב מעודכנת. מפנה זה הוא הבסיס למחקר שלפניכם, ולפיכך מסוקר בהרחבה בפרק 1.5.

איור 1: קידום המחזור בישראל - חקיקה וכלי מדיניות עיקריים



מקור: מכון מילקן, 2013.

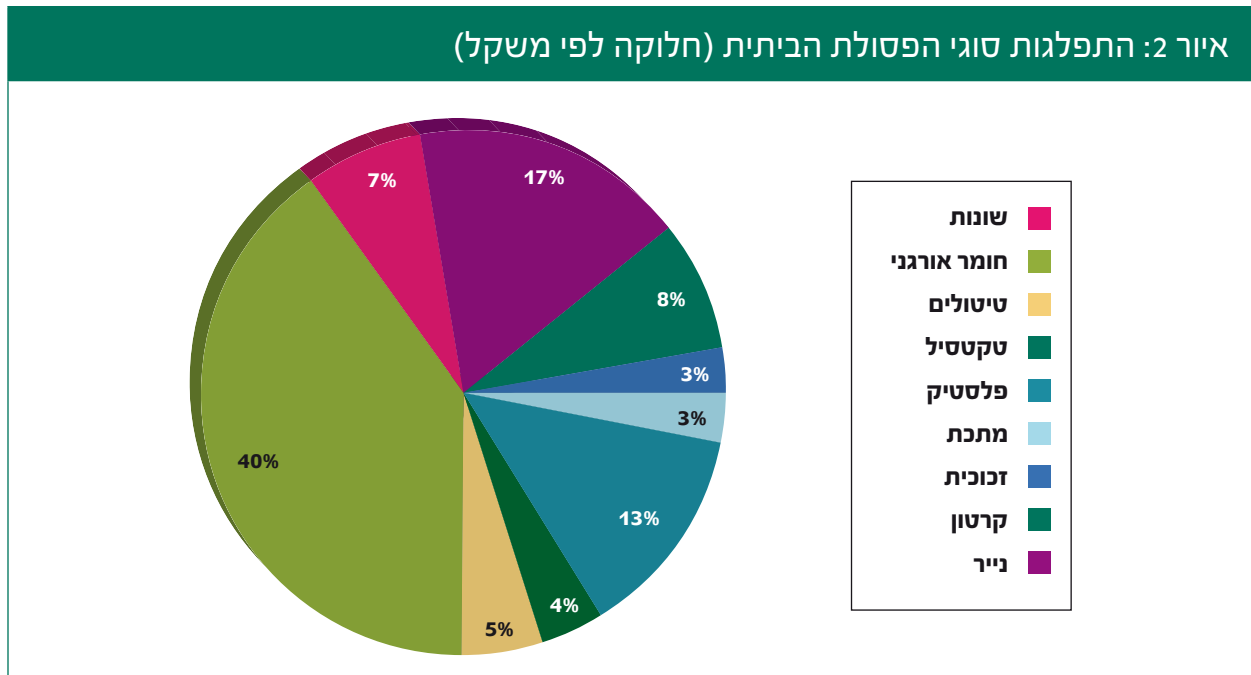
1.3 אפיון הפסולת בישראל

פרק זה סוקר בקצרה את מאפייני הפסולת הביתית במדינת ישראל, מושא המחקר בעבודה זו.

בשנת 2010 נוצרו בישראל 4,776,687 טונות של פסולת עירונית, שכוללת פסולת ביתית, פסולת מסחרית וגזם (הלמ"ס, 2012א'). שיעור הגידול השנתי בכמות הפסולת הנוצרת עומד על 2.75% בממוצע עבור השנים 2003–2011 (שם). הטיפול בפסולת בישראל מתבסס ברובו על הטמנה, ושיעורה כיום הוא כ-80% מכלל הפסולת (המשרד להגנת הסביבה, 2013א').

נתוני הרכב הפסולת הם בעלי חשיבות רבה לחישוב מדדי ביצוע (performance indicators) למדיניות פסולת. אף על פי כן, בישראל מצאי הנתונים העדכניים מוגבל היות שסקר הפסולת האחרון נערך בשנת 2005 (שלדג, 2006), ולפינוי נערך סקר בשנת 1995. בימים אלה נערך סקר הרכב פסולת ארצי לשנת 2013 (המשרד להגנת הסביבה, 2012א'). איור 2 מציג את התפלגות המשקל של הפסולת הביתית לסוגיה. הרכיבים העיקריים בפסולת הביתית הם: חומר אורגני (40%), נייר וקרטון (25%) ופלסטיק (13%). מלבד משקלה מאופיינת הפסולת גם לפי נפחה. לנפח הפסולת משמעויות נרחבות בכל הנוגע לתכנון מערכי אצירה ופינוי.

איור 2: התפלגות סוגי הפסולת הביתית (חלוקה לפי משקל)



מקור: שלדג, 2006.

1.4 השפעות סביבתיות של הטמנת פסולת עירונית

לפי נתוני המשרד להגנת הסביבה כ-80% מכלל הפסולת המיוצרת בישראל מוטמנת (המשרד להגנת הסביבה, 2013א'). הטמנת פסולת היא עתירת שטח, וכן גורמת להשפעות סביבתיות שליליות רבות, כמו פליטת גזי חממה, משיכת מזיקים והעברת מחלות, זיהום אוויר וזיהום אפשרי של מי התהום והקרקע (Abba et al., 2013).⁸ העלויות החיצוניות הנובעות מהטמנת פסולת בישראל נבחנו במספר יישובים, ומחירן נע בין 75 ל-85 ₪ לטונה (אילון, קן ושגב, 2010). לפי נתון זה ונתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס) והמשרד להגנת הסביבה שהוצגו בפרק 1.3, העלות החיצונית הכוללת של הטמנת פסולת בשנת 2010 הייתה לכל הפחות 286,601,220 מיליון ₪.⁹ עלות זו גבוהה בכ-35% מהתקציב המאושר של המשרד להגנת הסביבה באותה שנה (אתר התקציב הפתוח, 2013). יש לציין כי מדובר בהערכת חסר, שכן חלק מההשפעות החיצוניות לא אומתו במסגרת המחקר. עוד עולה מן המחקר כי כ-95% מההשפעות החיצוניות במקרה של הטמנת פסולת לא מוסדרת נגרמים מפליטות גזי חממה (שם). במחקר שנערך באיחוד האירופי נסקרו השפעות חיצוניות של הטמנה ושרפה של פסולת עירונית מוצקה, ונמצא כי באתרי הטמנה שנאסף בהם גז המתאן ישנה עלות חיצונית נטו של 11 אירו לטונה.¹⁰ בניגוד למחקר שבוצע בישראל, עיקר העלות החיצונית במחקר האירופי נובעת מאבדן שימושי קרקע (European Commission, 2000).

⁸ בישראל הוסדרו אתרי ההטמנה במטרה למנוע זיהומי קרקע ופגיעה במי התהום. נוסף על כך, הותקנו במטמנות מערכות לאיסוף גז מתאן.

⁹ לשם החישוב הוכפלה עלות חיצונית בגובה 75 ₪ לטונה בסך הפסולת הביתית המוטמנת, שהיא כאמור 80% מהפסולת הנוצרת.

¹⁰ המחקר תחום להטמנה ולשרפה של פסולת בלבד, ואינו כולל את שלבי האיסוף, השינוע והטיפול המקדים.

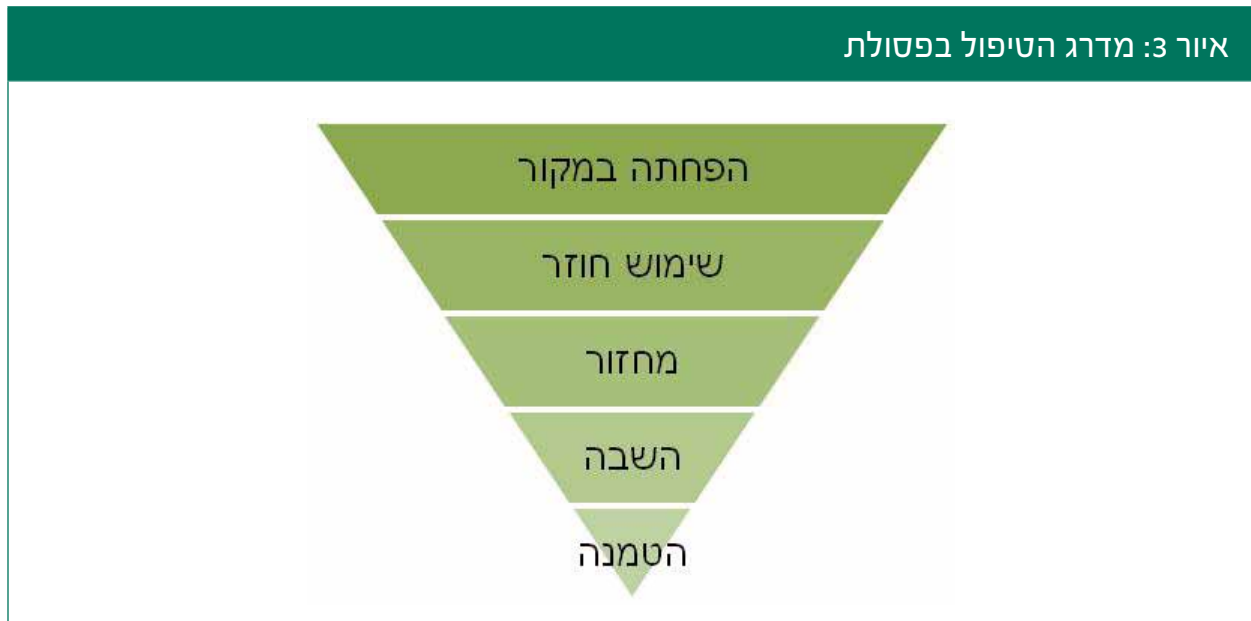
השינוי שחל בניהול הפסולת בעולם ובישראל בפרט, והמעבר לשימוש בחשיבה על מחזור חיים, מרחיבים את משרע השיקולים שמשפיעים על קביעת מדיניות הטיפול בפסולת. בבחינת חלופות הטיפול יש להביא בחשבון את מכלול ההשפעות והתועלת של כל חלופה.

המרכיב האורגני-רקבובי בפסולת הוא כבד-משקל בכל הנוגע להשפעות הסביבתיות השליליות הנובעות ממנו. כך למשל, הוא אחראי לרוב המכריע של פליטות גזי החממה, וכן להיווצרות שרפות מתחת לפני הקרקע ומעליה במטמנות, לזיהום אוויר וליצירת תשטיפים. מנגד, פוטנציאל התועלת הגלום בו להפקת דשן איכותי ואנרגיה הוא גבוה, בתנאי שיורד במקור מרכיב זה משאר מרכיבי הפסולת (סברדלוב, מרינוב וקליין, 2005; אוסטרובסקי, 2011). לפיכך, ישנה חשיבות רבה לקביעה ולהערכה של מדיניות שמטרתה הפרדה וניהול של מקטעי הפסולת השונים, תוך מתן דגש בהפרדת המקטע האורגני.

1.5 מהפכת הפסולת בישראל

הפיכת הפסולת "ממטרד למשאב" היא העיקרון המרכזי של מדיניות הפסולת החדשה בישראל. המדיניות מבוססת על ראייה מערכתית של משק הפסולת הביתית בישראל ועל תכנונו במטרה להפיק את מרב התועלת הגלומה בו, ולצמצם את ההשפעות הסביבתיות השליליות הנובעות ממנו. העיקרון המנחה בקביעת המדיניות הוא מדרג הטיפול בפסולת (איור 3).

איור 3: מדרג הטיפול בפסולת



מקור: המשרד להגנת הסביבה, 2013א'.

המדרג מתאר את סדר העדיפויות לטיפול בפסולת באופן בר-קיימא, שלפיו הפחתת פסולת במקור ושימוש חוזר הן השיטות העדיפות, ואילו הטמנת פסולת היא מוצא אחרון (המשרד להגנת הסביבה, 2013א'). במחקרם של איילון, שגב וקן (2010) נמצא כי החלופה העדיפה לטיפול בפסולת כוללת הפרדה במקור לזרם רטוב (אורגני) ויבש. הטיפול המיטבי לזרם האורגני הוא עיכול אל-אווירני. מחקר איכותי שביצעה עמותת אדם טבע ודין התחשב בהשפעות חיצוניות נוספות, והמליץ על עיכול אל-אווירני כחלופה המועדפת, לאחר מכן הדשנה (קומפוסטציה) ולבסוף שרפה (אוסטרובסקי, רוזנבלום וגוטרמן, 2011). בהתאם למדרג ולתוצאות המחקרים הגדיר המשרד שיעור מחזור של 50% עד לשנת 2020 כיעד אופרטיבי

להפחתת ההטמנה בישראל ולניצול של חומרי הגלם המצויים בזרם הפסולת. נוסף על כך, הוגדר כי 20% מהפסולת הפריקה ביולוגית ישמשו להפקת אנרגיה מתחדשת באמצעות עיכול אל-אווירני (המשרד להגנת הסביבה, 2012ב').¹¹

לשם כך הפעיל המשרד להגנת הסביבה מספר כלי מדיניות עיקריים:

א. עדכון היטל ההטמנה

בשנת 2011 עודכנה רמת היטל ההטמנה על פסולת מעורבת והוחלט כי הוא יועלה בהדרגה עד ל-90 ש"ח לטונה בשנת 2015.¹² היטל ההטמנה על פסולת מעורבת הושט ב-2007 על אתרי ההטמנה, ורמתו עודכנה מ-10 ש"ח לטונה דאז ועד 50 ש"ח לטונה ב-2010 (צו שמירת הניקיון [שינוי התוספת לחוק], התשע"א-2011). עדכון ההיטל אמור להגביר את הכדאיות הכלכלית למחזור פסולת ולהשבתה. תקבולי ההיטל הם חלק הארי מהכנסותיה של הקרן לשמירת הניקיון, ונועדו לתמיכה בפעולות ובתשתית המחזור (אגמון וצדיק, 2010: 9).

ב. חקיקה ואחריות יצרן מורחבת

במהלך השנים האחרונות קידם המשרד חקיקה המתבססת על העיקרון "אחריות יצרן מורחבת", שלפיו האחריות לטיפול בפסולת שמקורה בצריכת מוצרים מוטלת על משווק המוצרים, יצרן או יבואן. עיקרון זה בא לידי ביטוי בחקיקה העוסקת במחזור צמיגים, אריזות ולאחרונה גם פסולת אלקטרונית. במסגרת חוק האריזות למשל, אחראים היצרנים לממן באמצעות תאגיד מחזור מוכר את איסופן ומחזורן של כ-60% מהאריזות המשוקות בכל שנה.¹³ חוק זה אף משפיע על מודל ההפרדה ברשויות. חלק מהן בוחרות להפריד פסולת אריזות בפח ייעודי כתום, יחד עם ההפרדה לזרם רטוב וזרם שאריות. רשויות אחרות מסתפקות בהפרדה במקור לשני זרמים, או לחילופין מאפשרות איסוף של מספר רב של זרמים באמצעות פחי סף או באמצעות מרכזי מחזור הפזורים ביישוב (אוסטרובסקי ורוזנבלום, 2012). ראוי לציין את הופעתם של מרכזי מחזור לנייר, לקרטון ולבקבוקים ואת פעילויות המחזור שמתקיימת ברשויות שונות כבר מספר שנים הודות לחקיקה תומכת מחזור בעשור האחרון של המאה ה-20.

ג. כניסה להפרדה במקור

בשנים האחרונות מקדם המשרד להגנת הסביבה (2013ב') את המעבר של הרשויות המקומיות להפרדה במקור של פסולת ביתית לשני זרמים לפחות. מטרת המשרד היא להגביר את שיעורי המחזור וההשבה, ולמזער את ההשפעות הסביבתיות שנובעות מהטיפול בפסולת. דגש רב ניתן לאיסוף בנפרד של פסולת אורגנית-רקבובית (זרם רטוב) שגורמת להשפעות סביבתיות ניכרות בעת הטמנתה. המשרד להגנת הסביבה תומך במעבר הרשויות להפרדה במקור ובהקמת תשתית מתאימה לטיפול בפסולת האורגנית באמצעות מענקים. בשנים 2009 ו-2010 הקצה המשרד להגנת הסביבה למעלה מחצי מיליארד ש"ח למטרות אלה (שם).

נכון ליוני 2013, 44 רשויות מקומיות ומועצות אזוריות החלו להפריד פסולת במקור, וכ-190,044 משקי בית בישראל כבר מפרידים פסולת ביתית (אוסטרובסקי ופרידמן, 2013). לקראת שנת 2015 צופים כי 450,000 משקי בית יפרידו פסולת, וכן כי כ-350,000 טונות פסולת ביתית בשנה, שהן כ-7.6% מכלל הפסולת, ימוחזרו (המשרד להגנת הסביבה, 2013ד').

¹¹ בעיקר נייר, קרטון וגזם.

¹² גובה ההיטל המצוין לעיל הוא נומינלי, ואינו כולל מע"מ.

¹³ תאגיד המחזור שהוקם לשם כך הוא ת.מ.י.ר.

איור 4 מתאר את אופן פעילותו של משק הפסולת בישראל. המחקר עוסק בפסולת ביתית, ועל כן האיור מתייחס לפסולת זו. הפסולת נוצרת במשקי הבית ונאספת במספר זרמים: הפרדת פסולת במקור (פסולת אורגנית ופסולת יבשה), מתמחזרים לצד הבית או במרכזי מחזור, ופסולת מעורבת. 14 מודל ההפרדה, קרי, מספר הזרמים וסוגי הפסולת הנאספים בנפרד משתנים בין רשויות. זרמי ההפרדה משתנים בין רשות לרשות, אך תיאור קצר של הזרמים העיקריים של הפסולת הביתית מובא להלן. הזרם הרטוב והזרם היבש מיועדים לפסולת ביתית מופרדת במקור, כך שהזרם הרטוב כולל את הפסולת האורגנית, ושאר הפסולת מפונה אל הזרם היבש. ברמת משק הבית מופיעים לעתים זרמים נוספים, כמו: זרם הנייר או זרם האריזות (פח כתום). האחרון מיועד לאצירת פסולת אריזות מתוקף חוק האריזות, שטרם יושם ברשויות שנבדקו בעת עריכת המחקר. מרכזי המחזור הפרוסים ברחבי הרשויות השונות כוללים מספר זרמי פסולת, כמו נייר, קרטון, טקסטיל, פלסטיק, פסולת אלקטרונית, זכוכית ומתכת. עם זאת, ישנה שונות רבה במספר מרכזי המחזור בין יישובים ובין רשויות, ובמספר סוגי הפסולת שכל מרכז אוצר בתחומו. לבסוף, מכלי משקה הנאספים מתוקף חוק הפיקדון לא נכללים במחקר זה בשל קשיים באיסוף נתונים.

בשלב הבא משונעת הפסולת אל מחוץ ליישובים ועוברת מספר שלבי טיפול:

- א. **תחנת מעבר ממיינות:** מיון מכני של חומרים בעלי ערך כלכלי (מתמחזרים) ושל פסולת אורגנית. פסולת אורגנית שמופרדת במקור ממוינת בנפרד, או מועברת כמות שהיא, לאתר הטיפול.
- ב. **מתקני קצה:** מחזור, השבה והכנה לשימוש חוזר (טקסטיל) של סוגי הפסולת השונים.
- ג. **אתרי הטמנה:** קליטה והטמנה של פסולת עירונית מן הרשויות, שאריות מיון מתחנות המעבר ותוצרי לוואי ממתקני הקצה.¹⁵

בעת דיון בנושא שוק הפסולת הביתית בישראל חשוב להזכיר גם מי הם המשתתפים העיקריים בו. ניתן לחלק את משק הפסולת למקטע הפנים-עירוני ולמקטע החוץ-עירוני. לרשות המקומית משקל רב במקטע הפנים-עירוני, ואחריותה כוללת את הקמת מערך אצירת הפסולת, איסופה ושינועה אל אתרי הטיפול. הרשות המקומית אף נושאת בעלויות האצירה, האיסוף והטיפול בפסולת. המשתתפים החשובים פחות במקטע זה הם קבלני פינוי הפסולת (עבור רשויות שאינן מפנות את הפסולת באופן עצמאי) ויועצי פסולת, המספקים שירותי תכנון, ייעוץ וליווי (בעיקר המעבר להפרדת פסולת במקור). המקטע החוץ-עירוני כולל את תחנות המעבר והמיון, את מתקני הקצה ואת אתרי ההטמנה. הוא מוקד רווח, ומנוהל בעיקר על-ידי יזמים וחברות מן המגזר הפרטי. במקרים מסוימים יש מתקני טיפול שמנהלות אותם הרשויות המקומיות, ולאחרונה מקדם המשרד להגנת הסביבה מספר שותפויות פרטיות-ציבוריות להקמה ולתפעול של מתקני הטיפול בפסולת (PPP — Private Public Partnership).

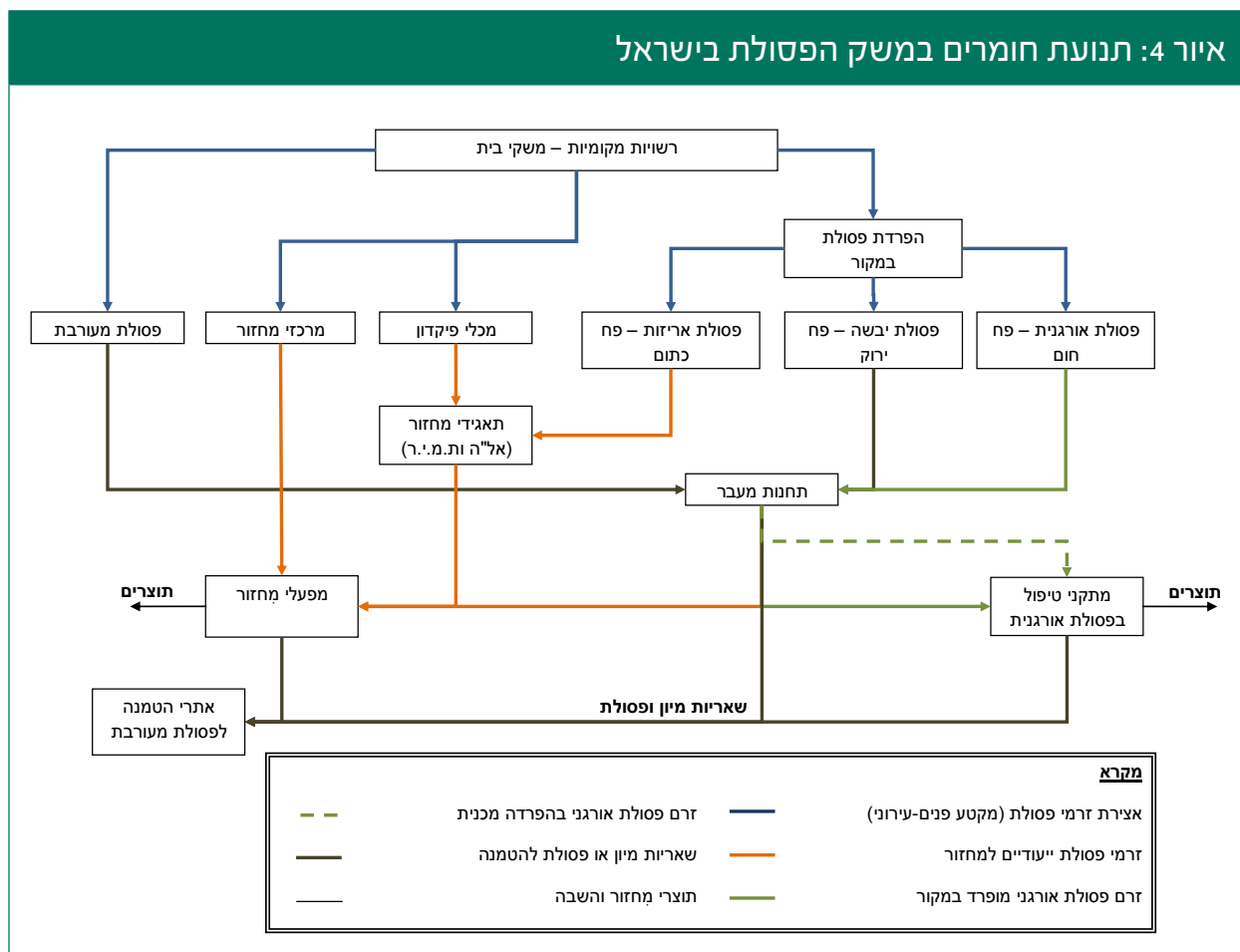
לבסוף, המשרד להגנת הסביבה הוא המאסדר, ופעילותו מכילה את שני המקטעים. תפקידו העיקריים הם עיצוב מדיניות בתחום הפסולת (למשל: כניסה להפרדה במקור כפי שנסקרה בפרק זה) ויישומה, וביצוע אכיפה, מעקב ובקרה של ביצוע המדיניות בפועל. ברמה הארצית קיימים משתתפים נוספים, כמו: כנסת ישראל לקידום חקיקה ראשית או ביצוע תיקוני חקיקה בתחום זה, משרדי ממשלה נוספים (למשל: משרד האוצר ומשרד המשפטים), וארגונים ללא כוונות רווח. האחרונים

¹⁴ לזרם הפסולת היבשה תכולת לחות גבוהה בשל שאריות פסולת אורגנית המצויות בו. ברשויות המפרידות פסולת ל-3 זרמים (לרבות פסולת אריזות), זרם הפסולת היבשה מכיל בעיקר פסולת המיועדת להטמנה (פסולת שארית).

¹⁵ חלק ניכר מהרשויות בישראל לא מפנה את הפסולת לתחנות מעבר ממיינות.

עוסקים בעיקר בשמירת האינטרס הציבורי בתחום הסביבה, ועוסקים במעקב, בבקרה ובעיצוב מדיניות. נוסף על כך, ארגונים מסוימים, המייצגים קבוצות אינטרס במשק (למשל: המרכז לשלטון מקומי), פועלים אף הם ברמת המשק וברמת השלטון המקומי.

איור 4: תנועת חומרים במשק הפסולת בישראל



מקור: מכון מילקו, 2013.

2. בעיות וחסמים ביישום מדיניות הפרדת פסולת במקור ברשויות המקומיות

המעבר להפרדת פסולת במקור ויישומו של חוק האריזות הם מהלכים מורכבים עבור הרשויות המקומיות. במטרה לעמוד ביעדים שהציב המשרד להגנת הסביבה חייב להתקיים תיאום מושלם בין כלל המשתתפים המעורבים בטיפול בפסולת בישראל (איתן, 2012). במצב הנוכחי ישנם ניגודי עניינים רבים בין המשתתפים השונים, שעלולים למנוע או לעכב את השגת היעדים (חפר, 2011). קשיים ואתגרים עומדים לא רק בפני הרשויות המקומיות, אלא אף בפני יזמים ומשקיעים במקטע החוץ-עירוני, וזאת עקב סיכוני ביקוש והיצע בשוקי הפסולת ותוצרי המחזור, בגלל בעיות צפויות בהליכי התכנון

וההקמה, כמו נִמְבִּי"י (נגד מיקום בחצרי),¹⁶ ובעקבות קשיי גבייה מהרשויות (שם). בפרק זה מובאים הקשיים והאתגרים העיקריים שהשלטון המקומי נאלץ להתמודד איתם, בין אם הם נובעים מדרך התנהלותן של רשויות שונות ובין אם מקורן במְנַשֵּׁק שבין המשתתפים השונים.

2.1 תפעול ועמידה ביעדים

השגת יעדי המדיניות באמצעות הפרדה במקור תלויה בשיעור ההשתתפות של משקי הבית בתהליך ובאיכות ההפרדה (Thomas, 2001). מכאן, שבפני הרשויות עומד אתגר כפול: תחילה, לגרום לציבור להשתתף ולהפריד פסולת כבדרך קבע וכן לגרום לו לעשות זאת בצורה טובה. השתתפות הציבור בהפרדה איכותית של פסולת והתמדתו בה עלולה להיפגע כתוצאה ממפגעי ריח, אי-נוחות, סכסוכי שכנים ובשל רמת מודעות נמוכה. מנגד, מערכי הפיקוח וההסברה שנועדו לתת מענה לבעיות אלה מצריכים יצירתיות רבה והשקעת משאבים ניכרת שמכבידה על הרשויות המקומיות (אוסטרובסקי ופרידמן, 2013).

אופן ביצוע ההפרדה הוא מוקד בעייתי נוסף. התושבים מונחים להשליך את הפסולת האורגנית לפחי הסף כשהיא ארוזה בשקיות ניילון. מצד אחד, השימוש בשקיות הכרחי למניעת מפגעי ריח ולהגברת נוחות הציבור בעת פינוי הפסולת. מצד שני, חלק מאתרי הטיפול אינם מצוידים בטכנולוגיה המתאימה לטיפול בפסולת ארוזה בשקיות, וכך על הרשויות לבחור בין השתתפות ציבורית גבוהה לבין בחירה באתר קצה משיקולי מרחק ועלות גרידא. משתתף נוסף שהוא חוליה מרכזית בהצלחת ההפרדה הוא קבלן הפינוי. תופעות של עירוב בין הזרמים השונים בשלב הפינוי נצפו במספר רשויות. ההתמודדות עם הקשיים הללו משתנה בין הרשויות, ודורשת השקעה של זמן, מחשבה ומשאבים נוספים (שם).

2.2 מבנה השוק וחיסכון

תחזיות באשר להוצאות ניהול הפסולת ברשויות המקומיות גרסו כי בשל עליית היטל ההטמנה מחד גיסא והפחתת ההטמנה מאידך גיסא, המעבר להפרדה במקור יביא לחיסכון בהוצאות נטו (חפר, 2011).

ההיגיון הכלכלי המתואר לעיל סובל ממספר נקודות תורפה עיקריות:

- א. **פעור בזמני היישום:** בעוד הרשויות המקומיות מכפילות את מערכי האיסוף ואת עלותם, הקמת המתקנים לטיפול בפסולת צפויה לארוך מספר שנים. מכאן, שתזרים המזומנים של הרשויות המקומיות עלול להיות שלילי בשנים הקרובות ואף להביאן לכדי קשיים כלכליים (איתן, 2012; ליבנה, 2012).
- ב. **התקשרויות הרשות עם קבלני הפינוי:** לרוב, הרשויות המקומיות מבצעות התקשרות ארוכת טווח עם קבלן הפינוי. שינויים באופן עבודת הקבלן, שאינם מעוגנים בהסכם ההתקשרות, עלולים לגבות מחיר נוסף מן הרשות.¹⁷
- ג. **אי-יעילות בשוק הטיפול בפסולת:** אופן מתן התמיכות להקמת המתקנים אינו מבטיח התפתחותו של שוק יעיל (חפר, 2011).
- ד. **אומדני חסר של העלויות וההשקעות:** עלויות ההסברה, הליווי וההשקעה בכלי אצירה ובפינוי הן ככל הנראה גבוהות מאלה שהיו חזויות (מרכז השלטון המקומי בישראל, 2011).

¹⁶ המונח נִמְבִּי"י מקביל למונח הלועזי NIMBY (Not in my back yard).

¹⁷ דברים שהובאו בהשתלמות 'תג הסביבה' (2012).

ה. קשיי מימון צפויים להפרדת פסולת במקור ברשויות נוספות: גם אם יושג חיסכון בהוצאות ניהול הפסולת של הרשויות המפרידות, הרשויות החלשות שלא נכנסו לתהליך, ייאלצו לספוג את העלייה המתמשכת בהיטל ההטמנה. עלייה זו תגביר את הקושי לבצע את ההשקעה הנדרשת לשילוב הפרדה במקור במערך הפסולת העירוני (חפר, 2011; מרכז השלטון המקומי בישראל, 2011).

2.3 מצאי הנתונים ואמינותם

השינוי באופן ניהול הפסולת בחלק מהרשויות המקומיות גורר אחריו באופן טבעי בעיית נתונים. בישראל לא נאספו די נתונים על אודות הפרדת פסולת במקור, המבוצעת לראשונה בהיקף נרחב. עם זאת, בעת עיצוב והטמעה של מדיניות ניהול פסולת, יש להגדיר מדדים שיאפשרו מעקב אחר היישום, האפקטיביות והיעילות של כלי המדיניות שהופעלו לשם השגת היעדים, כדי שניתן יהיה לעדכןם בהתאם.

נתוני הפסולת העירונית בישראל נאספים ומרוכזים באמצעות סקרי הרכב פסולת שאינם נערכים בתדירות קבועה (אוסטרובסקי, 2011), ובאמצעות איסוף נתונים מהרשויות המקומיות על-ידי אגף פסולת מוצקה במשרד להגנת הסביבה והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

רוזנבלום ואוסטרובסקי (2013) סקרו את חובות הדיווח ואת מנגנוני הדיווח המצויים בחקיקה הסביבתית בישראל, ועמדו על מספר בעיות המפורטות להלן:

- א. חלק מהחוקים הקיימים לא מחייבים דיווח של נתוני הפסולת, אלא ניהול מעקב ורישום בלבד.¹⁸
- ב. משקל הפסולת האורגנית המופרדת במקור ברשויות ואיכותה אינם מחויבים ברישום או בדיווח במסגרת החקיקה הקיימת, פרט לדיווחים שלהם מחויבים אתרי הדשונת (קומפוסט).
- ג. מהימנות הנתונים מוטלת בספק הן בשל מקור הנתונים והן בשל אי-אחידות, אי-בהירות והיעדר שיטות לחישוב הנתונים.
- ד. אמצעי האכיפה והבקרה על אמינות הנתונים חסרים במקרים מסוימים.
- ה. שקיפות הנתונים הגולמיים והמעובדים לוקה בחסר.

עוד מפרט הדוח כי במסגרת החקיקה האחרונה, ובעיקר בחוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובות דיווח ומרשם), התשע"ב–2012 (PRTR), ביצע המחוקק תיקון של חלק מהבעיות והחוסרים הקיימים בבסיס נתוני הפסולת הארצי. החוק מאפשר למשרד להגנת הסביבה לאכוף את חובות הדיווח על מפעילי מתקני הקצה ועל תחנות המעבר ולהטיל עיצומים כספיים במקרה הצורך, ודורש דיווח נתונים מובנה שמאפשר להתחקות באופן טוב יותר אחר מסלול הטיפול בפסולת ואחר הרכבה. זאת ועוד, החוק מסמיך ממונה מטעם השר להגנת הסביבה להגדיר שיטות למדידה ולחישוב של הנתונים, ומחייב הקמה של בסיס נתונים מקוון שירוכזו בו, בין השאר, נתוני פסולת. חרף הפוטנציאל הגלום בחוק, הוא עוד נמצא בשלבי יישום מוקדמים, ולכן אינו משפיע על מצאי הנתונים בהווה, וקשה להעריך את מידת השפעתו על המצאי העתידי.

¹⁸ בדרך כלל מדובר בכמות הפסולת ובסוג הפסולת. כמו כן, בהתאם לסוג הפסולת, מתווספות חובות הדיווח לגבי מקורה של הפסולת, יעדה ודרך הטיפול בה.

נוסף על כך, המשרד להגנת הסביבה אוסף נתונים הנוגעים להפרדת פסולת במקור מ-31 רשויות במסגרת "קול קורא" שפורסם ב-2010.¹⁹ הרשויות מחויבות לדווח על משקל הפסולת שנאספה ונשלחה למתקני הטיפול, הן עבור הזרם הרטוב הן עבור היבש. הדיווח כולל גם את תחנת המעבר ומתקן הקצה שהפסולת הועברה אליו. נוסף על כך, מחויבות הרשויות לבצע בקרה אחר השתתפות משקי הבית בהפרדה במקור, איכות הפרדת הפסולת, מטרדי ריח ומזיקים ומצבם הפיזי של כלי האצירה, ולדווח על אודות הממצאים (המשרד להגנת הסביבה, 2013 ג'). בדיקת איכות ההפרדה מחייבת את תחנות המיון ואת הרשויות המקומיות (עבור שני הזרמים) מתוקף הקולות הקוראים ובהתאם לתקן לביצוע סקר הרכב הפסולת.²⁰ עם זאת, איסוף המידע אינו מחייב, והוא חל על 31 רשויות בלבד. כמו כן, ללא עיבוד המידע – הדיווחים אינם מקנים תובנות מספקות ללימוד על היבטים חיוניים כמו שיעורי השתתפות של משקי הבית בהפרדה במקור. תמונת המצב של מערך נתוני הפסולת העירונית בישראל סובלת ממספר בעיות עיקריות:

- א. **מחסור בנתוני מפתח:** נתונים, כמו כמות הפסולת הנוצרת או הנאספת ברשויות המקומיות, אמנם ניתנים לחישוב, אך הדיווח לוקה בחסר. נתונים אחרים, כמו איכות ההפרדה, אינם ניתנים לחישוב בהתבסס על מצאי הנתונים הקיימים.
- ב. **שקיפות המידע לציבור:** משקל הפסולת שנוצרת, ממוחזרת ומוטמנת מדווח למשרד להגנת הסביבה, אך מידע עדכני איננו זמין לציבור.
- ג. **אי-בהירות בהגדרת פסולת עירונית:** פסולת עירונית, ככלל, מורכבת מפסולת הנוצרת בתחומי הרשות המקומית, כלומר מפסולת משקי הבית, מתחזוקת העיר (טאטוא וגזם) ומפסולת מסחרית. חלק מהפסולת המסחרית מפונה על-ידי הרשות, וחלק מפנים בעלי העסקים. כיום לא ניתן להתחקות אחרי כלל מקורות הפסולת באופן שיטתי, ולפיכך נוצרת אי-אחידות בנתונים.
- ד. **מדדי הפסולת:** דיווחי המשרד להגנת הסביבה בכל הנוגע לפסולת עירונית עוסקים בכמות הפסולת שנוצרת, ממוחזרת ומוטמנת, אולם כפי שנראה בהמשך המחקר, ישנם מדדים נוספים שניתן ואף רצוי לחשבם ולהציגם ככלי לניהול מדיניות הפסולת בישראל.
- ה. **משקל ואיכות פסולת אורגנית מופרדת במקור:** מערכת הדיווחים שעוסקת בזרם הרטוב אינה מעוגנת בחקיקה, וכמו כן שיטות המדידה אינן בהירות מספיק. בשל כך, בסיס הנתונים באשר לזרם זה הוא חלקי בלבד.

3. מטרת המחקר ושיטות מחקר

לאור בעיית הנתונים ובהיעדר מדדי הערכת מדיניות למדיניות הפסולת בישראל ולהפרדת פסולת במקור בפרט, מטרת המחקר הנוכחי היא לגבש מערכת מדדי ביצוע להערכת מדיניות הפרדת פסולת במקור. העיסוק בזרם הפסולת הרטוב עולה בקנה אחד עם גישת ניהול החומרים שמקדם המשרד להגנת הסביבה, ועם השאיפה להפחית את ההשפעות

¹⁹ המשרד פרסם לאחרונה קול קורא נוסף, אולם טרם הוכרזו שמות הרשויות הזוכות.

²⁰ שיחה עם נעמה אשור בן-ארי, בתאריך 17.3.2013.

הסביבתיות השליליות הנובעות מטיפול בפסולת. הסיבה לכך היא שזרם הפסולת האורגנית מביא להשפעות סביבתיות שליליות רבות בעת הטמנתו מחד גיסא, ומהווה משאב פוטנציאלי ויקר ערך מאידך גיסא. מדיניות המשרד להגנת הסביבה להסטת הזרם הרטוב מהטמנה ולניצולו לייצור דשן ואנרגיה היא מורכבת, ודורשת שיתוף פעולה מלא של כל הגורמים המעורבים בניהול הפסולת ובטיפול בה, לרבות משקי הבית, קבלני פינוי האשפה ומפעילי אתרי המיזון ומתקני הטיפול. מורכבות זו, לצד יעד שאפתני, מחייבים מעקב ובקרה מצד השלטון המקומי והמשרד להגנת הסביבה, כדי להבטיח עמידה ביעדים תוך הקפדה על ניצול של המשאבים הטבעיים, שירותי המערכת והמשאבים הפיננסיים בצורה יעילה ואפקטיבית. מערכת מדדי ביצוע ויעילות המבוססת על מידע אמין ואיכותי, תאפשר מעקב ובקרה והערכה של מדיניות הפסולת של ישראל.

במסגרת המחקר הנוכחי נידון גם המחסור בנתונים איכותיים ואמינים ובדרכי מדידה כחסם העיקרי לביצוע הערכת מדיניות, ללמידת שיטות העבודות הראויות בפיתוח מערכת המדדים, ולבחינת התועלת של יישומה להערכת המדיניות. מקרה הבוחן שנבחר לשם כך הוא זרם הפסולת האורגנית, וזאת משני טעמים. תחילה, בשל הנזק הנובע מהטמנתו, ומנגד – פוטנציאל התועלת הנובע מטיפול בו בדרכים חלופיות. שנית, היקף המחקר הנוכחי ומגבלות הזמן לא מאפשרים לפתח ערכת מדדים מלאה להערכת מדיניות הפסולת של ישראל.

המחקר מבוסס על סקר ספרות ומדיניות שעוסק במדדים סביבתיים, ובפרט במדדי פסולת בעולם, ועל ראיונות שמטרתם ללמוד על אופן מדידת מדיניות הפסולת בישראל בהווה. במסגרת המחקר הוגדרו מדדי פסולת בהתאם למדיניות הפרדת פסולת במקור. כמו כן, לשם הדגמת ישימות המדדים חושבו המדדים על בסיס נתונים שנאספו מ-4 רשויות מקומיות בישראל עבור השנים 2011–2012. נתונים משלימים נאספו מהלמ"ס ומהמשרד להגנת הסביבה, מסקרי פסולת ארציים, מתוכניות אב ומתוכניות מתאר לטיפול בפסולת, מתחנות מעבר לפסולת וממתקני קצה.

במקרים שהיה בהם מחסור בנתונים, בוצעו הנחות מושכלות או על בסיס נתונים מצרפיים. להלן מפורטים עיקרי ההמלצות:

- א.** הונח כי שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב הוא 38% מכלל הפסולת האורגנית הנכנסת. ההנחה התבססה על ממוצע של נתונים חודשיים על פני שנה מתחנת מעבר אחת. במדְשָׁנִים (קומפוסטרים) ביתיים ובאתרי הדשנה שכונתיים ויישוביים הונח כי שיעור השאריות עומד על 0%.
- ב.** בהיעדר נתונים הונח כי שיעור שאריות המיזון (פסולת המועברת להטמנה) ממפעלי המחזור הוא 0% מכלל זרם הפסולת הנכנס.

פרק התוצאות מציג את המדדים שחושבו עבור הרשויות המשתתפות ותוצאות של מבחני השערות פרמטריים וא-פרמטריים בהתאם להתפלגות הנתונים. ביצוע המבחנים הסטטיסטיים בוצע באמצעות תוכנת R-project לפי סדר הפעולות המפורט להלן:

- א.** בדיקת התפלגות נורמלית של הנתונים באמצעות מבחן Shapiro-Wilk.
- ב.** עבור נתונים המתפלגים נורמלית, ביצענו בדיקת השערות בין נתוני הרשויות השונות ובין ממוצעי 2011 ו-2012 באמצעות מבחן t. ההשוואה בין רשויות שנתונין לא התפלגו נורמלית בוצעו באמצעות מבחן Kruskal-Wallis.
- ג.** ההשוואה לא בוצעה עבור רשויות שמסרו נתונים שנתיים.

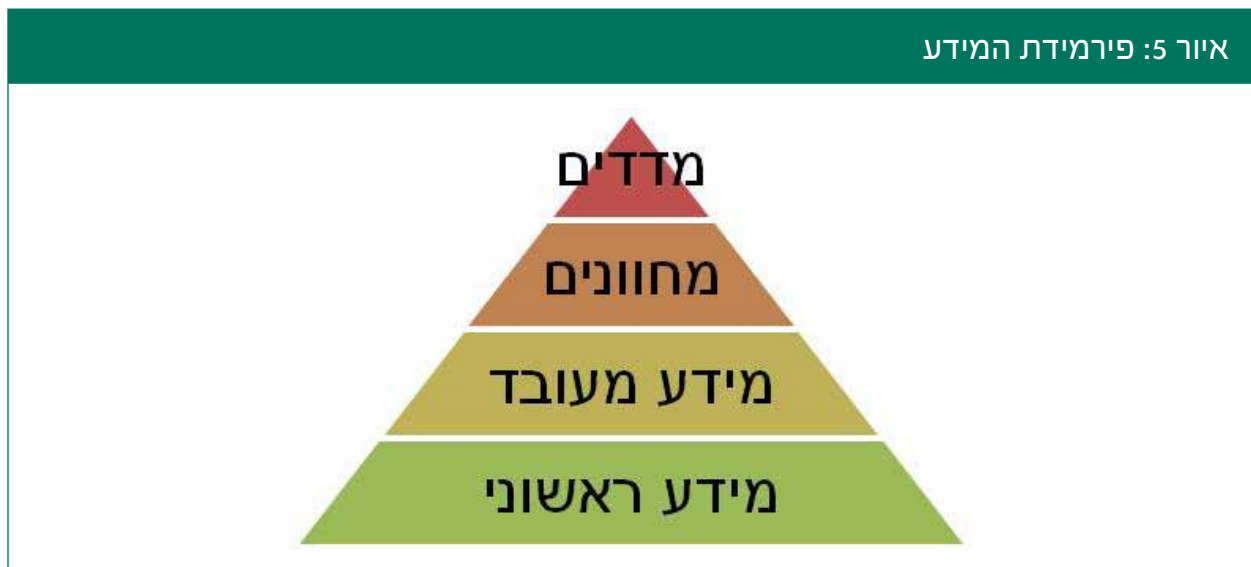
הדיון מתמקד בבחינה של ההבדלים בין הרשויות, ההבדלים על פני זמן, התועלת והמגבלות של המדדים להערכת המדיניות ומבנה מערכת המדדים לאור יעדי המדיניות, מגבלות הנתונים והסקירה העולמית.

4. מדדים ומחווניים סביבתיים בעולם

4.1 הקדמה

מחווניים (אינדיקטורים) ומדדים (אינדקסים) הם אמצעים פשטניים לכימות מידע והעברתו לקהל הרחב ולקובעי המדיניות. הם מסייעים למנהלים, למעצבי המדיניות ולקובעי המדיניות בקבלת החלטות מושכלות, ומאפשרים להם לבצע הערכה של האפקטיביות והיעילות של אסטרטגיה ומדיניות בהשגת יעדיהן. מדד מורכב ממספר מחווניים שהם תוצר של עיבוד ופישוט של מידע גולמי, כמתואר באיור 5 (Adriaanse et al., 1995).

איור 5: פירמידת המידע



מקור: Adriaanse et al., 1995.

מערכת מדדים איכותית היא בעלת מספר מאפיינים המפורטים להלן (United States Agency for International Development — USAID, 1998):

- א. **חיוניות:** מערכת המדדים מספקת מידע חיוני לתהליכי קבלת ההחלטות ומצביעה על תהליכים ותופעות הקשורים ליעדי המדיניות.
- ב. **בהירות:** אופן איסוף ועיבוד הנתונים הוא ברור וקבוע על פני זמן ובין מושאי בדיקה שונים.
- ג. **פשטות:** המידע המוצג במערכת יפושט ויוצג במספר מועט של מדדים ומחווניים.

נוסף על כך, עולה הצורך בהגדרת מדדים שאיסוף הנתונים עבורם אפשרי לאורך זמן ובהשקעת משאבים סבירה, וכן במדדים המבוססים על מידע כמותי ומדויק ולא על אומדנים או על מידע איכותי (Nitivattananon and Suttibak, 2008).

הערכת מדיניות בתחום הגנת הסביבה כוללת שני סוגי מחווניים עיקריים:

- א. **מחווניים סביבתיים (environmental indicators):** מעבירים מידע כמותי באשר למצב הסביבה הטבעית, לשינויים החלים בה כתגובה ללחצים חיצוניים, ולקשר שבין מצב הסביבה לבריאות הציבור.
- ב. **מחווניים של פיתוח בר-קיימא (sustainability indicators):** הערכת מדיניות סביבתית מההיבטים הכלכליים, החברתיים והסביבתיים שלה (קרסין, 2009).

בשנת 1992 הושגו הבנות בין-לאומיות שלפיהן מדדים של פיתוח בר-קיימא ישמשו בסיס לקבלת ההחלטות בכל הרמות, תוך התבוננות משולבת בסוגיות פיתוח ובסביבה (Agenda 21, 1992). "מדד לחיים טובים" (Better Life Index) של הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (Organization for Economic Cooperation and Development — OECD) הוא דוגמה טובה להתפתחות בתחום זה (OECD, 2013). בישראל מקדם המשרד להגנת הסביבה מערכת מדדים "לצמיחה, לקיימות ולרווחת חיים" (קרני, מקוב-ישראלי ויגור-מקול, 2012). נוסף על כך, השימוש במחווניים ובמדדים סביבתיים לניהול ולהערכה של מדיניות סביבתית גובר אף הוא. למשל, בהולנד הופעלה מערכת כזו לקביעת סדרי עדיפויות ובחינת חלופות מדיניות כבר בשנת 1991 (Adriaanse et al., 1995).

4.2 מדדים ומחווניים להערכת מדיניות ניהול פסולת

ככלל, מדדים ומחווניים פסולת מעוצבים בהתאם ליעדי מדיניות הפסולת. למשל: יעדי המדיניות העיקריים באירופה הם הפחתת ההשפעה הסביבתית של פסולת וצמצום השימוש בחומרים, והם ניכרים במדדים כמו כמות הפסולת האורגנית המוטמנת, סך כמות הפסולת הנוצרת וסך כמות פסולת משקי הבית ו"פסולת דומה" שנוצרת (Ristić, 2005).²¹ נוסף על כך, הם משמשים כלי מחקרי לקביעת הגורמים המשפיעים על אפקטיביות של תוכניות ניהול פסולת ברמה המקומית או הלאומית. בתאילנד נעשה שימוש במדדי פסולת להערכת מדיניות המחזור בקנה מידה אזורי ולאמדת הגורמים המשפיעים על הצלחתה (Nitivattananon and Suttibak, 2008). שימוש דומה במדדים נעשה במחוז וילדן (Wealden) בבריטניה (Bench et al., 2001).

במסגרת סקירת ספרות, מופו המדדים והמחווניים העיקריים מתוך המחקרים שנסקרו, והם מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1: מדדים ומחווניים לפסולת הנפוצים בספרות	
המדד	הסבר
שיעור ההסטה מהטמנה	כמות הפסולת שהוסטה מהטמנה מתוך סך הפסולת המיוצרת
שיעור ההשתתפות	מספר המשתתפים בתוכניות מחזור ביחס לסך האוכלוסייה
שיעור המחזור (האיסוף)	שיעור הפסולת הממוחזרת (נאספת) ביחס למספר המשתתפים ²²

²¹ "פסולת דומה" (Similar Waste) – הכוונה לפסולת הקרובה בהרכבה ובתכונותיה לפסולת ביתית, למשל: פסולת מסחרית.

טבלה 1: מדדים ומחווניים לפסולת הנפוצים בספרות (המשך)	
המדד	הסבר
יחס עלות-תועלת²³	חישוב של תועלת פיננסית (הכנסות ממכירת חומרי גלם וחיסכון בעלויות הטמנה) ביחס לעלות המגולמת בהשקעה הונית ובתפעול ובאחזקה של מערכי האיסוף והמחזור
עלות נטו למחזור טונה	עלויות הפעלת תוכנית המחזור נטו לטונה פסולת
איכות הפרדת הפסולת	דגימה ובחינת ההרכב של זרמי הפסולת על ידי דגימת הפסולת, הפרדתה לרכיבים ושקילתם בנפרד. כלומר, מדד זה בוחן את מידת ה"זיהום" של פסולת מופרדת במקור

חשוב לומר כי כבר בראשית המאה ה-21 הודגש כי בחינה של שיעורי ההשתתפות בתוכנית המחזור אינה מספיקה לשם הערכת הביצועים, אלא ישנה חשיבות רבה לבחינה של טיב ההשתתפות (Thomas, 2001). לטענת החוקר, **שני משתנים אלה יחדיו מרכיבים את רמת ההשתתפות של האוכלוסייה בתוכנית מחזור.**

מחקר שנערך באוסטרליה גורס כי אין די במדידת שיעורי המחזור או ההסטה מהטמנה להערכת מדיניות ניהול חומרים, משום שהם אינם בוחנים את הפחתת השימוש בחומרים באמצעות עיצוב תעשייתי או שינוי בדפוסי הצריכה והשימוש במוצרים. כתחליף, החוקרים מציעים את המדד "אפס פסולת" (Zero Waste Index) שבוחן לצד שיעורי המחזור וההשבה, את החיסכון במשאבים טבעיים הנובע מכך. לשם כך, החוקרים בוחנים את מידת התחליפיות שבין חומרי גלם שמקורם בפסולת לבין חומרי גלם טבעיים (Lehmann and Zaman, 2013).

שימוש נוסף וחשוב במערכות המדדים הוא ניתוח של כמות הפסולת הנוצרת ויצירת אומדנים ותחזיות על פני זמן או עבור זרמי פסולת אחרים. ניתוח מסוג זה בוצע בנורווגיה, ומצא כי גודל משק הבית, תקבולי המס ברמת הרשות ושיעור המבנים שמוקנים בהם אמצעי חימום המבוססים על פסולת ביתית הם משתנים טובים לאומדן כמות הפסולת הנוצרת במשקי הבית (Beigl and Lebersorger, 2011).

4.2.1 מדדי פסולת באוסטרליה

בשנת 2009 עודכנה מדיניות ניהול הפסולת האוסטרלית למדיניות כוללת לטיפול בפסולת ולניצול משאבים. יעדיה האופרטיביים העיקריים היו הפחתת פסולת במקור והגברת שיעורי המחזור וההשבה. נוסף על כך, ניתן דגש רב לאיכות, לזמינות ולנגישות המידע הנוגע לפסולת. הוחלט כי ממשלת אוסטרליה תפרסם דוח אחת לשלוש שנים, שישקור את המגמות הנוכחיות והעתידיות הנוגעות ליצירת פסולת ולטיפול בה (EPCH, 2009). דוח זה פורסם לראשונה בשנת 2010,

²² על פי רוב בוחן מדד זה את הפסולת הנאספת במכלים המיועדים למחזור, ולא את הפסולת הממוחזרת בפועל.

²³ מדד זה הודגם במחקר שבוצע בתאילנד להערכה ולהשוואה של שיטות שונות להגברת המחזור. עם זאת, ברמה הלאומית ניתן לשקול כימות של סוגי תועלת נוספים במדד, כגון סביבתיות.

וכלל סקירה של משקל הפסולת הנוצרת, שיעורי המחזור וההטמנה, פריסת מתקני הטיפול, הרכבן של הפסולת הביתית, המסחרית והתעשייתית וכן הרכבה של פסולת הבניין.

המחווניים העיקריים שפורסמו הם שיעור המחזור (recycling rate) וכמות הפסולת הנוצרת והמוטמנת לנפש.²⁴ זאת ועוד, עורכי הדוח פיתחו מדד ייחודי המשקלל יחדיו את שני היעדים העיקריים של המדיניות: כמות הפסולת הנוצרת ושיעורי המחזור בכל מדינה או טריטוריה (שם).

בפרק העוסק באיסוף המידע מצוין כי הממשלה האוסטרלית רואה חשיבות רבה בהגברת היעילות של איסוף, ובניתוח ובהעברה של מידע, בעיקר בתחומים שהמידע מבוסס בהם על השערות ועל אומדנים או שהוא נמסר מרצון ולא מתוך חובת דיווח (שם).

4.2.2 מדדי פסולת באנגליה

מערכת מדדים להערכת מדיניות הפסולת התבססה באנגליה במהלך שני העשורים האחרונים. לשם כך ניתנה הסמכות למדוד ולהעריך את ביצועי השלטון המקומי לחברה ממשלתית (Audit-Commission, N.D). בשנת 1999 נקבע כי הרשויות השונות יימדדו על בסיס איכות השירותים הציבוריים ויעילותם (best value authorities) באמצעות מדדי ביצוע (Local government act, 1999), והוגדרו מדדים מחייבים לרשויות השונות בנוגע לניהול הפסולת, שמוצגים בלוח 2. המדדים (Best Value Performance Indicators — BVPI) פותחו במטרה לספק את צרכי השלטון המקומי – לנהל שירות ציבורי אפקטיבי ויעיל, ואת צרכי הממשלה – לעמוד ביעדי מדיניות הפסולת שהציבה. יעילות המדדים ניכרת בעיקר בתחום הפסולת בזכות יכולתם לשמש בסיס לעיצוב מדיניות, ומשום שהם כלי להעברה רוחבית של מידע ולקחים. פיתוחו של בסיס נתונים ייעודי מקוון לניהול מדיניות הפסולת (Waste Data Flow — WDF) הקל על פיתוח נמדדים ועל החישוב שלהם.²⁵ בשנת 2008 החלה אנגליה לבחון את רווחת התושבים (well-being) כחלק ממדיניות לפיתוח בר-קיימא. לפיכך, הוחלפה מערכת ה-BVPI במערכת מדדים לאומית (National Indicator Set — NIS), שהורכבה ממספר מצומצם של מדדים. נוסף על כך, פותח מדד חדש שנועד לבחון את ההתקדמות במדרג הטיפול בפסולת. המדד בוחן את משקל הפסולת הביתית השיורית (residual) למשק בית ואת שיעורה, כלומר סך הפסולת הנוצרת בניכוי הפסולת שנשלחה למחזור, לשימוש חוזר או להשבה למשק בית (HM government, 2007).

טבלה 2: חובת דיווח ומדידה ברשויות באנגליה

רשות אחראית לדיווח	המדד
רשויות איסוף ורשויות טיפול	משקל ושיעור יחסי של פסולת ביתית שנשלחת למחזור
רשויות איסוף ורשויות טיפול	משקל ושיעור יחסי של פסולת ביתית שנשלחת להדשנה או לעיכול אל-אווירני
רשויות טיפול	משקל ושיעור יחסי של פסולת ביתית שנשלחת להפקת חום או אנרגיה

²⁴ שיעור המחזור מכונה גם שיעור ההסטה מהטמנה (diversion rate).

²⁵ ריאיון טלפוני עם Tom Wraith.

טבלה 2: חובת דיווח ומדידה ברשויות באנגליה (המשך)

המדד	רשות אחראית לדיווח
משקל ושיעור יחסי של פסולת ביתית שנשלחת להטמנה	רשויות טיפול
ק"ג פסולת שנאספת לנפש בשטח הרשות (א) והשינוי במשקל הפסולת לנפש לעומת שנה קודמת (ב)	רשויות איסוף ורשויות טיפול
עלות איסוף פסולת למשק בית	רשויות איסוף
עלות פינוי הפסולת לטונה פסולת עירונית	רשויות טיפול
שיעור יחסי של האוכלוסייה שהוטמע בה: מחזור לפי זרמים ייעודיים (א), מחזור של שני זרמים לפחות (ב)	רשויות איסוף

מקור: Local Government (Best Value) Performance Indicators and Performance Standards (England) Order 2005.

כלל המדינות החברות בממלכה המאוחדת (United Kingdom — UK) משתמשות במסד נתוני הפסולת המקוון. דמיון רב בין מדדי הביצוע של מדינות אלה לבין המדדים הנהוגים באנגליה. עם זאת, בצפון אירלנד ובוויילס (Wales) מחושב משקל הפסולת האורגנית שהרשויות אוספות ומטמינות. מדד זה תואם את המדיניות הנהוגה באיחוד האירופי להפחתת הפסולת האורגנית המוטמנת (WDF, 2013).

4.2.3. מדדי פסולת בדרום אפריקה

ניהול משק הפסולת בדרום אפריקה עומד בפני אתגרים חדשים לצד בעיות ישנות. גידול אוכלוסין ותיעוש מביאים להגדלת כמויות הפסולת ולשינוי בהרכב הפסולת. זאת ועוד, הטיפול בפסולת במדינה מבוסס בעיקר על הטמנה, ומאופיין באי-שוויון במתן שירותי הטיפול הפסולת (Department of Environmental Affairs, 2011).

בשנת 2011 פרסמה ממשלת דרום אפריקה תוכנית אסטרטגית לאומית לניהול הפסולת. התוכנית נכתבה בשיתוף בעלי זיקה (stakeholders) במשק הפסולת. במסגרת זו נקבעו וקודמו שמונה יעדים עיקריים, ובהם: הפחתת פסולת במקור, בניית משק הפסולת בהתאם למדרג הטיפול בפסולת, הבטחת איתנות פיננסית של משק הפסולת והגברת המודעות הציבורית באשר לנזקים התברואתיים והסביבתיים שנובעים מטיפול לקוי בפסולת. נוסף על כך, מודגש כי ניהול משק הפסולת בהתאם לתוכנית יתרום ליצירת מערכת ציבורית מגיבה, אפקטיבית ויעילה (שם).

ממשלת דרום אפריקה משתמשת במספר כלי מדיניות לשם השגת יעדיה, למשל: תקינה, שיתוף בעלי זיקה בתכנון (שלטון מקומי ותעשייה), הגדרה ומתן העדפה לסוגי פסולת מסוימים, מנגנון פיקדון, אימוץ עקרון "אחריות יצרן מורחבת", מחקר, מענקים ומנגנוני מימון אחרים. עוד רואה הממשלה חשיבות עליונה בהפרדה של פסולת במקור, והיא מטילה את האחריות על הפרדה והטיפול בפסולת אורגנית על השלטון המקומי, זאת במסגרת אחריותה הכוללת של כל רשות על הפסולת הנוצרת בתחומה (שם).

לשם הערכת המדיניות הוגדרו למעלה מ-18 מחונני פסולת. בחרנו להציג את המדדים שבוחנים את שינויי המדיניות העיקריים שנעשו בדרום אפריקה.

א. הסטה מהטמנה: שיעור הפסולת שמטופלת באמצעות מחזור ושימוש מחדש או שמשמשת להפקת אנרגיה, מתוך סך הפסולת הנוצרת.

ב. הפרדת פסולת במקור: מספר הרשויות שמקדמות הפרדת פסולת במקור בתחומן.

ג. הסדרת הטיפול בפסולת: במסגרת יעד זה נמדדים שיעור משקי הבית שמקבלים שירותי פינוי פסולת בסיסיים, וכן שיעור אתרי הטיפול בפסולת שפועלים ברישיון.

ד. צמיחה ירוקה: ההשפעה של רפורמת הפסולת על הכלכלה נמדדת על ידי מספר המשרות הנוצרות בענף הפסולת, וכן על ידי מספר החברות הקטנות והבינוניות (Small and Medium Enterprises – SME) הנוספות שמשתתפות בשינוע הפסולת ובמחזור.

ה. מודעות ציבורית: בחינת שיעור הרשויות המקומיות שמנהלות מערכי הסברה, ושיעור בתי הספר שכוללים מודעות לטיפול בפסולת ולנזקה במסגרת תוכנית הלימודים.

המדדים שמקדמת דרום אפריקה הם מדדי תפוקה ותוצאה, אך לא נמצאו מדדי תשומה שבוחנים את כמות המשאבים, הפיננסיים או הסביבתיים, שמושקעים בתהליכי הטיפול בפסולת. באופן זה, ניתן לבחון אם הרשויות השונות עמדו ביעדים שהציבה הממשלה, אך לא ניתן לבחון את יעילות ביצועיהם, וכן קשה לעמוד על ההשפעות הסביבתיות של אופן הטיפול בפסולת.

4.2.4 מדדי פסולת בניו זילנד

בשנת 1997 פורסם לראשונה דוח "מצב הסביבה" בניו זילנד (The State of New Zealand's Environment). בעקבות הממצאים שהוצגו, החלו בפיתוח של מדדים סביבתיים (Environmental Performance Indicators — EPI) שיתרמו לקבלת החלטות מושכלת בעת עיצוב מדיניות סביבתית וקביעתה, וכן כדי לבצע הערכה עקבית של המדיניות והחקיקה הסביבתית. במסגרת זו ולנוכח גידול בכמויות הפסולת ושינויים בהרכבה פיתחו בניו זילנד מדדי פסולת (Ministry for the Environment, 2000).

תהליך פיתוח המדדים נעשה בקבוצות עבודה ששילבו בעלי הזיקה ומומחים בתחום הטיפול בפסולת. במסגרת עבודת הקבוצות זוהו ונותחו הבעיות הדורשות מענה במסגרת המדיניות הקיימת, ופותחו מדדים ומשתנים להערכת המדיניות. המדדים מוינו לשתי קבוצות:

א. מדדי שלב ראשון: ניתנים ליישום בטווח הקצר (עד שנתיים).

ב. מדדי שלב שני: מצריכים מחקר ואיסוף נתונים נוסף לשם יישומם (2–5 שנים).

קבוצות העבודה דנו גם באופן ובתדירות של איסוף הנתונים ובמלאי הנתונים הקיים, וקבעו מי הם הגורמים האחראים על מימון איסוף הנתונים ועל ביצועו (שם).

בתום התהליך אושרו 4 מדדים המפורטים להלן:

א. משקל הפסולת המוטמנת: מדד שנתי המחושב בנפרד לכל אתר הטמנה.

ב. משקל הפסולת הממוחזרת: מדד שנתי המחושב בנפרד לכל אחד מזרמי הפסולת הבאים: נייר, פלסטיק, זכוכית, מתכת ופסולת אורגנית.

ג. רמת שירותי מחזור והשבה: חישוב של שיעור משקי הבית שמקבלים שירות מתוכננות מחזור שונות או את מספר מרכזי המחזור לנפש באזורים נתונים.

ד. הרכב הפסולת המוטמנת ומקורה: בחינה של הרכב הפסולת לחומרים שונים בהתאם למקור הפסולת (ביתית או מסחרית) שתבוצע אחת ל-5 שנים.

המדדים הללו נבחרו לאור הסכמה של בעלי הזיקה על נחיצותם, זמינות נתונים, והשימושיות שלהם בעת הערכת המדיניות וקביעתה. מנגד היו מדדים נוספים שלא נבחרו, בשל קשיים בהשגת נתונים ובהרכבת מדד תקף ואמין, עקב עלויות גבוהות של איסוף הנתונים או בשל תרומה מועטה לתהליך קבלת ההחלטות (שם).

4.2.5. מדדי פסולת בארה"ב

את דוח הפסולת הלאומי של ארה"ב מפיקה הסוכנות להגנת הסביבה (EPA — Environmental Protection Agency) במשך למעלה מ-4 עשורים. מטרתו לאמוד את כמויות הפסולת הנוצרות והמטופלות בדרכי הטיפול השונות, ולאפיין את הרכב הפסולת העירונית המוצקה. לשם כך אימץ ה-EPA את שיטת ניתוח נתיבי הזרימה של חומרי הגלם (Material Flow Analysis — MFA). האומדן לכמות הפסולת הנוצרת ולהרכבה מבוסס על נתוני ייצור חומרים והתאמתם באמצעות נתוני יבוא ויצוא, זמן חיי המוצר ושיעור ההטיה של מוצרים מזרם הפסולת העירוני לזרמי פסולת אחרים (US EPA, 1999). נוסף על כך, נתוני דגימות בנוגע לפסולת שאריות מזון וגזם משמשים להשלמת האומדן. אופן אומדן המדדים מפורט בטבלה 3.

טבלה 3: מדדי פסולת בארה"ב

מדד	שיוך בהיררכיה	אופן אמידה
כמות פסולת ממוחזרת	השבה (Recovery)	איסוף מידע מתעשיית המחזור יחד עם כמות מיוצאת נטו
כמות פסולת לשַׁרְפָה, עם או בלי הפקת אנרגיה	סילוק (Discards)	אמידת הכמויות מבוססת על קיבולת מתקני הטיפול. מרבית המתקנים מפיקים אנרגיה מפסולת
הטמנה	סילוק (Discards)	חישוב הכמות הנאמדת כהפרש בין סך הפסולת הנוצרת לבין סכום הפסולת המטופלת באמצעות מחזור או שַׁרְפָה

מקור: US EPA, 1999.

המדדים העיקריים המוצגים בדוח משמשים לקביעת מדיניות ברמה הלאומית וברמה המקומית, ומאפשרים ללמוד על הרכב הפסולת לאורך זמן, אם כי לשם תכנון פרטני של מדיניות פסולת יש לבצע סקרים מקומיים משלימים. נוסף על כך, שיטת האומדן המיושמת בארה"ב מלמדת על מקור יצירת הפסולת על מרכיביה. למשל, עבור זכוכית מוצגות הכמויות הנובעות מבקבוקי משקאות קלים ובירות, ממוצרים בני-קיימא, מבקבוקים אחרים ומצנצנות, מייין ומליקרים (שם).

4.3 סיכום

להלן המאפיינים העיקריים של מערכות מדדים הנהוגות בעולם.

א. יעדי המדיניות: מערכות המדדים מותאמות ליעדי המדיניות ולמצב המוצא של משק הפסולת במדינה, ומשתנות בהתאם לשינוי מדיניות. הדוגמאות המובהקות ביותר לכך הן מערכות המדדים של דרום אפריקה ושל אנגליה, וכן מדד ZWI.

ב. מדעיות וכמותיות: מערכות המדדים השונות מבוססות על שיטות כימות ומדידה בעלות סטנדרטים מדעיים. למשל: אומדן כמות הפסולת הנוצרת באמצעות MFA (ארה"ב) מאפשר להתגבר על אתגר איסוף הנתונים מכלל המדינות. חשיבות השימוש בשיטות מדעיות באה לידי ביטוי בניו זילנד, שם יישומם של מספר מדדים נדחה ב-5 שנים, כדי לדון ולפתח עבורם שיטות מדידה מקובלות.

נוסף על כך, מדינות שונות פיתחו מערכות מדדים בשיתוף עם בעלי זיקה במשק הפסולת, והקפידו על העברת המידע לציבור בתדירות קבועה ובאמצעים שונים. להעברת המידע לציבור חשיבות רבה לאור הראיות לקשר שבין רמת הידע והמודעות הציבורית לבין שיעור השתתפות הציבור בהפרדה ובמחזור של פסולת ואיכותה של ההשתתפות.

5. מדדים סביבתיים לניהול מדיניות הפסולת בישראל

5.1 המצב בישראל עד שנת 2012

הלמ"ס מציגה נתונים על פסולת ומדדי פסולת בתדירות שנתית. היא מרכזת אותם בשני לוחות עיקריים: פסולת ממוחזרת לפי סוג ופסולת מוצקה ביתית, מסחרית וגזם לפי מחזור ונפה. לפי נתוני הלמ"ס (2012א') בשנת 2011 נוצרו 1.71 ק"ג של פסולת מוצקה ביתית, מסחרית וגזם לנפש ביום. עוד מפורסמים נתונים על אודות משקל פסולת ממוחזרת ממקורות שונים (הלמ"ס, 2012ב').

המשרד להגנת הסביבה מציג אף הוא מדדי פסולת שונים, אם כי לא בתדירות קבועה וללא הבהרה לגבי שיטות חישוב המדד וללא הסבר על מקור הנתונים. להלן מספר מדדים המוצגים באתר המשרד ובפרסומיו השונים: כמות פסולת ביתית ומסחרית שנוצרת לנפש ביום בשנת 2012,²⁶ מספר משקי הבית המשתתפים בהפרדה במקור ברשויות, וסך תמיכות המשרד ברשויות והתפלגות לפי סוג התמיכה (אשור בן-ארי, 2013). יש לציין כי המשרד אוסף נתונים נוספים, כמו איכות ההפרדה, כמויות הפסולת הנאספות בנפרד וכדומה, אולם נגישות הציבור אליהם היא מוגבלת ביותר.

נוסף על כך, במהלך המעבר להפרדת פסולת במקור בשלטון המקומי, נאספו ונותחו נתוני פסולת, כרקע לכתיבת תוכניות ההפרדה במקור ובמטרה לבחון את טיב הביצועים. סקר מסוג זה ערכה חברת "שחף תכנון סביבתי" (2012) באחת מהרשויות שהשתתפו במחקר זה (רשות א'). הסקר כלל דגימות של הזרם היבש במטרה לאמוד את שיעור הפסולת האורגנית המצויה בו. ממצאי הסקר מראים כי שיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש עומד בממוצע על 31%, שבשנת 2012 היו כ-4,407 טונות פסולת אורגנית (שם).

²⁶ 1.9 ק"ג (המשרד להגנת הסביבה, 2013א').

5.2 הצגת המדדים נבחרים

בפרק זה מוצגים המדדים הנבחרים. השיקולים לבחירת המדדים היו התאמה ליעדי המדיניות שהגדיר המשרד להגנת הסביבה, הקפדה על מדדים כמותיים ועל ניתוח מדעי מקובל. נוסף על כך, דגש ניתן לפישוט המידע הגולמי ולעיבודו כך שיהיה ברור וקל להבנה. דגש מיוחד ניתן להגדרה ברורה של המידע הנדרש ולאחידות הדיווח בין מקורות המידע השונים ככל הניתן.

המדדים מחושבים או מוצגים עבור רמות שונות, החל במשק הבית וכלה ברמה הלאומית. הטעמים לכך מפורטים להלן:

א. רמת משק הבית: ניהול מערך הפסולת העירוני מתבצע ברמת משק הבית, החל בהקצאת נפח אצירה או פחים לאיסוף פסולת אורגנית וכלה בפעילויות בקרה, באכיפה ובהסברה. עלות איסוף נתוני הפסולת למשק בית גבוהה ביחס לתועלת המופקת ממנה, ולכן המדדים הללו עוסקים במשק הבית הממוצע.

ב. רמת הרשות המקומית: רשויות שונות נבדלות זו מזו במאפייני האוכלוסייה, במאפייני הבנייה ובפיזור המרחבי, וכן באופן ניהול מערך הטיפול בפסולת. מדידת ביצועי הרשויות השונות מאפשרת לבחון עמידה ביעדים שהציבה כל רשות לאור מאפייני הייחודיים. זאת ועוד, מרבית נתוני הפסולת נאספים ברמת הרשות המקומית כך שבסיס הנתונים לחישוב מדדים ברמת הרשות כבר קיים. במקרים מסוימים אוספות הרשויות נתונים פרטניים לפי אזורי פינוי הפסולת שמאפשרים לה גמישות ניהולית והקצאת משאבים יעילה יותר בניהול משק הפסולת העירוני.

ג. רמה לאומית: מטרת-העל של מערכת המדדים היא לבצע הערכה של אפקטיביות מדיניות הפסולת בישראל, ובפרט של מדיניות הפרדת פסולת במקור לזרם אורגני ולזרמים אחרים. כדי ללמוד על מידת ההשגה של יעדי המדיניות ועל מידת היעילות של הקצאת המשאבים יש לחשב את המדדים ברמה הלאומית.

אחד היתרונות הבולטים של מערכת המדדים המוצעת נובע מהמדידה ברמות השונות. מחד גיסא, המערכת משמשת כלי ניהולי בידי הרשויות השונות. מאידך גיסא, המדדים השונים מאפשרים למשרד להגנת הסביבה לבחון את האפקטיביות של כלי המדיניות השונים ושל יעילות הקצאת המשאבים ולבצע התאמות כדי להשיג את יעדי המדיניות.

מרבית המדדים נבחנים בתדירות חודשית וכך מאפשרים ללמוד על מגמות שונות בהתנהגות משקי הבית ובמערכי הפסולת ברשויות השונות. למשל: עונתיות בייצור הפסולת היא נתון שמאופיין עד היום בסקרי הפסולת הארציים, שכאמור – מתבצעים בתדירות נמוכה.

לבסוף, מערכת המדדים מודדת זרמי פסולת שונים בנפרד, בהתאם לגישת ISWM. זאת לאור אימוצה של תפיסה זו במסגרת תוכנית האב לטיפול בפסולת מוצקה ומתוך ההבנה כי זרמי פסולת שונים מטופלים באופן שונה.

טבלה 4 (בעמוד הבא) מציגה את המדדים השונים, ואופן חישוב המדדים מובא בנספח 1.

טבלה 4: המדדים הנבחרים

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
משקל פסולת אורגנית נטו למשק בית שמשתתף בהפרדה במקור	מחווין זה מודד את המשקל הממוצע של הפסולת האורגנית שנאספת בנפרד. בחישוב המדד מבוצע ניכוי של שאריות הלא-אורגניות המצויות בזרם הפסולת, כדי לקבל את כמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו למשק בית	תוצאות המדד מצביעות על רמת ההשתתפות של משקי הבית בהפרדה במקור	<ul style="list-style-type: none"> משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור שנאספת (טונות בחודש): נתון זה מבוסס על פי רוב על שקילות בתחנת המעבר סך משקי הבית שהוטמעו במערך ההפרדה במקור (בחודש) שיעור שאריות לא-אורגניות בזרם הרטוב עבור הרשות הנמדדת (בחודש)²⁷ 	ק"ג למשק בית בחודש	<ul style="list-style-type: none"> אי-ודאות באשר למשקל הפסולת האורגנית המטופלת באמצעות מְדִישֵׁים ביתיים משקל הפסולת האורגנית המופרדת במקור משתנה על פני זמן ובנקודות שקילה שונות, בשל אבדן נוזלים והתפרקות ביולוגית נתוני הלמ"ס עבור משקי הבית אינם מעודכנים על בסיס שנתי
משקל מתמחזרים למשק בית ברשות המקומית²⁸	מחווין זה מודד את המשקל הממוצע של פסולת המתמחזרים הנאספת בנפרד	מדד זה בוחן גורם מרכזי נוסף שמביא להסטת פסולת מהטמנה. הפרדת מתמחזרים היא נדבך מרכזי בתוכניות הטיפול בפסולת של חלק מן הרשויות, בעיקר לאור יישום חוק האריות	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים (טונות בחודש): נתון זה מבוסס על נתוני שקילה של קבלני האיסוף או של מפעלי המחזור סך משקי הבית ברשות המקומית 	ק"ג למשק בית בחודש	<ul style="list-style-type: none"> בחלק מן המקרים מדווחים הנתונים אחת לשנה או אחת לרבעון נתונים עבור משקי הבית של הלמ"ס אינם מעודכנים על בסיס שנתי חשש למדידה של פסולת ממקור מסחרי יחד עם הפסולת הביתית

²⁷ שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב הוא משקל הרכיבים שאינם אורגניים-רקבוביים (למשל: נייר, פלסטיק וכולי) שמצויים בזרם הרטוב, ביחס לסך המשקל של הזרם.

²⁸ הכוונה היא לארמי פסולת נפרדים הנאספים במקטע הפנים עירוני, כמו בקבוקי משקה, נייר, קרטון וכן הלאה.

טבלה 4: המדדים הנבחרים (המשך)

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
משקל פסולת ביתית שנוצרת לנפש ברשות המקומית²⁹	מחווון זה מחשב משקל פסולת ביתית הנוצרת לנפש בתחומי הרשות הנמדדת בחודש	משקל הפסולת הנוצרת הוא מחווון מרכזי לניהול מדיניות הפסולת הנוכחית ולעיצוב, ליישום ולהערכה של מדיניות הפחתה במקור	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור (טונות בחודש) משקל פסולת יבשה (פח ירוק) (טונות בחודש) משקל פסולת מעורבת (טונות בחודש) מספר התושבים ברשות המקומית 	ק"ג לנפש בחודש	<ul style="list-style-type: none"> בחלק מן המקרים מדווחים הנתונים אחת לשנה או אחת לרבעון קיים קושי רב בקבלת נתונים עבור משקל פסולת מתמחזרים שמוסטת להטמנה הטיה של אחד מזרמי הפסולת תטה את המדד לאותו הכיוון
שיעור הפרדה במקור	מחווון זה מחשב את שיעור הפסולת המופרדת במקור מסך הפסולת הנוצרת בתחומי הרשות	זהו מדד מפתח להערכת מדיניות ההפרדה במקור, שמטרתה הגדלת שיעורי המחזור ל-50% עד שנת 2020. זאת תוך בחינת יישום כלי המדיניות ברשויות השונות	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל פסולת ביתית נוצרת (טונות בחודש) 	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	<ul style="list-style-type: none"> הטיות שונות בכמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו ובכמות הפסולת הנוצרת עלולות לעוות את התוצאות
שיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת	מדד זה מחשב את שיעור המחזור וההשבה (הסטת פסולת מהטמנה) מתוך כלל הפסולת הנוצרת. חישוב המדד מתייחס גם להפרדה מכנית של פסולת מעורבת בתחנות המעבר	זהו מדד מפתח להערכת מדיניות ההפרדה במקור, שמטרתה הגדלת שיעורי המחזור ל-50% עד שנת 2020	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים (טונות בחודש) משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל פסולת מעורבת ויבשה (טונות בחודש) שיעור הפרדת פסולת מתמחזרים ופסולת אורגנית האורגנית מכלל הפסולת בתחנות מעבר משקל פסולת ביתית נוצרת (טונות בחודש) 	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	<ul style="list-style-type: none"> הטיות שונות בכמות הפסולת האורגנית המופרדת במקור נטו ובכמות הפסולת הנוצרת, עלולות לעוות את הנתונים בשל מחסור בנתונים, לא ניתן לחשב את כמות המתמחזרים והפסולת האורגנית הממוינים בכל תחנת מעבר³⁰ פסולת אורגנית המופרדת במיון מכני היא חומר גלם נחות ובחלקה אינה ממוחזרת. התפלגות משקל הפסולת בין מחזור, הטמנה וכיסוי מטמנות אינה ידועה

²⁹ בניגוד למדדים האחרים, מדד הפסולת הנוצרת מחושב לנפש ולא למשק בית, במטרה להשוות את המדד המוצע למדדים הלאומיים של הלמ"ס.

³⁰ ראו פרק בעיות נתונים.

טבלה 4: המדדים הנבחרים (המשך)

המדד	הסבר כללי	מטרה	נתונים דרושים	יחידות ביטוי	מגבלות המדד
שיעור איסוף יחסי	מדד זה מחשב עבור כל רכיב מזרם המתמחזרים ³¹ ועבור הפסולת האורגנית את שיעור איסופו ביחס למשקלו הכולל בזרם הפסולת הנוצר	מדד זה מציג את המרכיבים השונים של שיעור ההפרדה במקור, ובאמצעותו ניתן לבחון את ביצועי הפרדת הפסולת ברשות תוך מיפוי נקודות חוזק ונקודות חולשה באיסוף הפסולת	<ul style="list-style-type: none"> משקל מתמחזרים לפי רכיב (Qi) (טונות בחודש)³² משקל פסולת אורגנית מופרדת במקור נטו (טונות בחודש) משקל פסולת ביתית נוצרת (טונות בחודש) הרכב משקלי של הפסולת הביתית בישראל (סקר הרכב הפסולת הארצי) 	<ul style="list-style-type: none"> באחוזים לכל רכיב מסך משקלו בזרם הפסולת הנוצר 	<ul style="list-style-type: none"> דליפות פסולת ממקורות שאינם ביתיים (פסולת מסחרית, מוסדות ציבור) עלולות להביא להערכת יתר של שיעור האיסוף היחסי של הפסולת הביתית שיעור משקל הרכיב בזרם הפסולת מבוסס על ממוצע ארצי מן הפסולת המעורבת תדירות ביצוע סקרי הרכב הפסולת בישראל נמוכה, ופוגמת בעדכניות המדד. נתוני הסקר האחרון הם משנת 2005³³
השקעה ממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה	מדד זה בוחן את ההשקעה הממשלתית שהביאה להסטת טונה פסולת מהטמנה, קרי, להעברת טונה פסולת ביתית מהטמנה למחזור	מחווין זה נועד לבחון את יעילות הקצאת המשאבים הממשלתיים. זאת באמצעות בחינת התפוקות (מחזור פסולת) ביחס לתשומת שהושקעו בהן (מענק ממשלתי)	<ul style="list-style-type: none"> משקל פסולת ביתית שנוצרת בשנתיים עוקבות (טונות בשנה) משקל פסולת ביתית להטמנה בשנתיים עוקבות (טונות בשנה). גובה המענק הממשלתי 	<ul style="list-style-type: none"> המדד מחושב ביחידות כסף (₪) שהביאו להסטת טונה פסולת מהטמנה 	<ul style="list-style-type: none"> בעת חישוב המדד לא ביצענו היוון של תזרים המזומנים הנובע מהמענק, ולפיכך התעלמנו מערך הזמן של הכסף. היוון תזרים המזומנים הוא מורכב בשל מספר הנחות רב שיש לבצע באשר למועד העברת התשלום, השימוש החלופי בכספי ההתחייבויות של הקרן לשמירת ניקיון ושער הניכיון שיש להשתמש בו בשלב זה, המדד אינו כולל את התחייבויות המשרד להשקעה במתקני קצה ובתחנות מיין המדד אינו כולל את ההשקעה התקציבית שביצעה הרשות בעת המעבר להפרדה במקור, וכן אינו כולל עלויות הון נוספות הנגררות מעצם המעבר. לפיכך, הוא מתאים בעיקר לרמה הלאומית המדד מיועד לבחינת מדיניות ברמת המשק ופחות מתאים (בשלב זה) להשוואה בין הרשויות השונות

³¹ קרי בקבוקי משקה, מתכת, זכוכית, נייר וכן הלאה.

³² Qi מסמל את המשקל הנאסף של אחד מרכיבי פסולת המתמחזרים המסומן ב-i (טונות בחודש).

³³ בחודשים אלה מתבצע סקר הרכב הפסולת לשנת 2013.

6. תוצאות

בפרק זה מוצגים המדדים עבור מדגם קטן בן 4 רשויות מקומיות בשנים 2011–2012, במטרה להדגים את ישימות המדדים ואת אופן חישובם בפועל ולא כדי להשוות בין הרשויות בשלב זה. כדי שהמדדים יוכלו להיות בשימוש אפקטיבי יש צורך בבניית תשתית לאיסוף נתונים מכלל הרשויות המקומיות.

6.1 תיאור הרשויות המשתתפות במחקר

תיאור הרשויות מבוסס על נתוני הדמוגרפיה שנלקחו מהלמ"ס, על תוכניות האב והתוכניות המפורטות של הרשויות, וכן על שיחות שנערכו עם נציגי הרשות בנושא מודל הפרדת הפסולת. חשוב לציין כי המודלים מתייחסים למודל האיסוף שפעל ברשויות השונות בשנים 2011 ו-2012, ואין הוא מצביע על תוכניות עתידיות שלהן. לאור בקשת הרשויות המשתתפות, זהותן נשארה חסויה. טבלה 5 מפרטת את תיאור הרשויות שהשתתפו במחקר.

טבלה 5: מאפיינים עיקריים של הרשויות המשתתפות במחקר

הרשות	סוג הרשות	אוכלוסייה ב-2012	מספר משקי בית ב-2012	מודל הפרדת פסולת
רשות א'	מועצה אזורית	25,000 –	10,000 –	הפרדה מבוססת על מכלי אצירה ועל מְדֻשְׁנִים משפחתיים ושכונתיים. בוצעה פריסה מלאה של מרכזי מחזור יישוביים במהלך שנת 2011
רשות ב'	מועצה אזורית	עד 25,000	עד 10,000	במקור תוכנן לפנות את הפסולת לאתרי דְשׁוֹנָת יישוביים. בפועל ההפרדה מתבצעת בעיקר באמצעות מדשנים ביתיים. נפח האצירה לנייר ולקרטון במרכזי מחזור יישוביים הוגדל במהלך שנת 2011
רשות ג'	עיר	50,000 – 100,000	15,000 – 30,000	הפרדה במקור ופינוי הפסולת לתחנת מעבר ממינית. איסוף נייר כזרם שלישי נפרד סמוך למבני המגורים. הפעלת מרכזי מחזור עירוניים
רשות ד'	עיר	50,000 – 100,000	15,000 – 30,000	הפרדה במקור ופינוי הפסולת לתחנת מעבר ממינית. הפעלת מרכזי מחזור עירוניים

6.2 מדדים חודשיים להפרדת פסולת במקור בשנים 2011–2012

בפרק זה מובאים המדדים ברמת הרשות. טבלאות 6 ו-7 מציגות את ערכי המדדים החודשיים המחושבים עבור 4 הרשויות שנדגמו בשנים 2011 ו-2012.

טבלה 6: מדדים חודשיים להפרדת פסולת במקור בשנת 2011

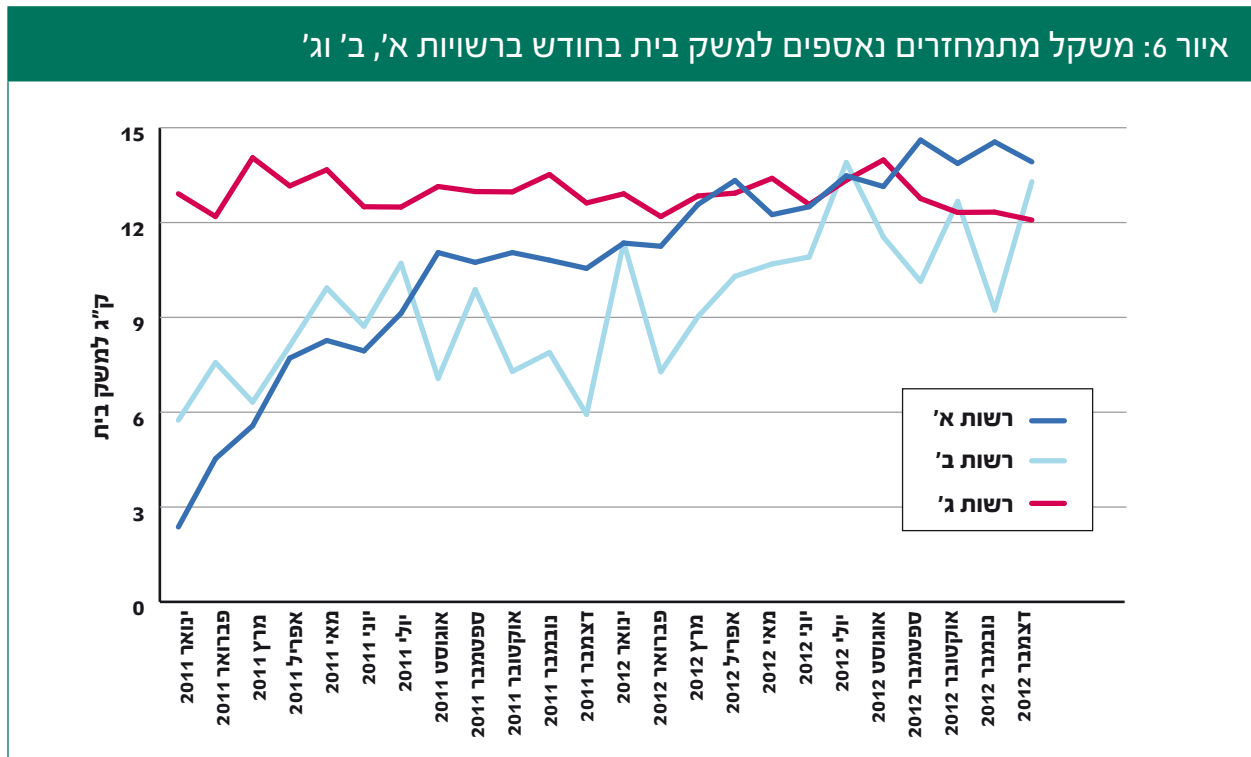
המדד	יחידות מידה	רשות א'	רשות ב'	רשות ג'	רשות ד'
משקל הפסולת האורגנית נטו למשק בית שמשותף בהפרדה במקור	ק"ג למשק בית בחודש	8.05	25.34	6.81	11.07
משקל המתמחזרים למשק בית ברשות המקומית	ק"ג למשק בית בחודש	8.31	7.93	13.02	14.5
משקל הפסולת הביתית שנוצרת לנפש ברשות המקומית	ק"ג לנפש בחודש	34.19	20.4	31.21	29.23
שיעור ההפרדה במקור	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	11.6	13.4	12.6	16.3
שיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	14.7	13.4	15.6	19.2

טבלה 7: מדדים חודשיים להפרדת פסולת במקור בשנת 2012

המדד	יחידות מידה	רשות א'	רשות ב'	רשות ג'	רשות ד'
משקל הפסולת האורגנית נטו למשק בית שמשותף בהפרדה במקור	ק"ג למשק בית בחודש	8.07	25.36	7.79	9.78
משקל המתמחזרים למשק בית ברשות המקומית	ק"ג למשק בית בחודש	13.23	10.86	12.8	9.9
משקל הפסולת הביתית שנוצרת לנפש ברשות המקומית	ק"ג לנפש בחודש	29.68	22.81	35.1	22.95
שיעור ההפרדה במקור	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	19.1	18.3	10.8	17.7
שיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת	אחוזים מכלל הפסולת הנוצרת בחודש	21.8	18.3	13.9	20.5

מהתוצאות נראה כי משקל הפסולת האורגנית הנאספת בנפרד למשק בית היה גבוה מאוד ברשות ב' ועמד על 25.35 ק"ג למשק בית במוצע.³⁴ ברשות ד' נאספו במוצע 10.25 ק"ג למשק בית בחודש ואילו עבור רשויות א' ו-ג' לא מצאנו הבדלים בכמות הנאספת. בעוד משקל הפסולת האורגנית הנאספת בחודש על ידי משק בית בכל רשות נותר ללא שינוי בין השנים, ניכרת עלייה במשקל פסולת המתמחזרים ברשויות א' ו-ב'. ברשות ג' לא חל שינוי מובהק במשקל פסולת המתמחזרים הנאספת למשק בית, וברשות ד' ניכרת ירידה חדה במשקלה.³⁵ עוד ניכר כי מרבית הפסולת הנאספת בנפרד (הפרדה במקור) ברשויות המקומיות היא פסולת מתמחזרים. איור 6 מציג את משקל פסולת המתמחזרים הנאספת בחודש למשק בית עבור רשויות א'-ג'. הדיון במשמעות התוצאות מובא בפרק הבא. ניתן לראות כי ברשות ג' משקל המתמחזרים שנאספו בנפרד למשק בית היה הגבוה ביותר בשנת 2011, אולם העליות שחלו במוצע האיסוף ברשויות א' ו-ב' בין השנים הביאו לכך שבשנת 2012 ממוצע איסוף המתמחזרים למשק בית היה זהה סטטיסטית ברשויות א' ו-ג', ואילו זה של רשות ב' היה נמוך בכ-1 ק"ג למשק בית.

איור 6: משקל מתמחזרים נאספים למשק בית בחודש ברשויות א', ב' ו-ג'



מקור: מכון מילקן, 2013.

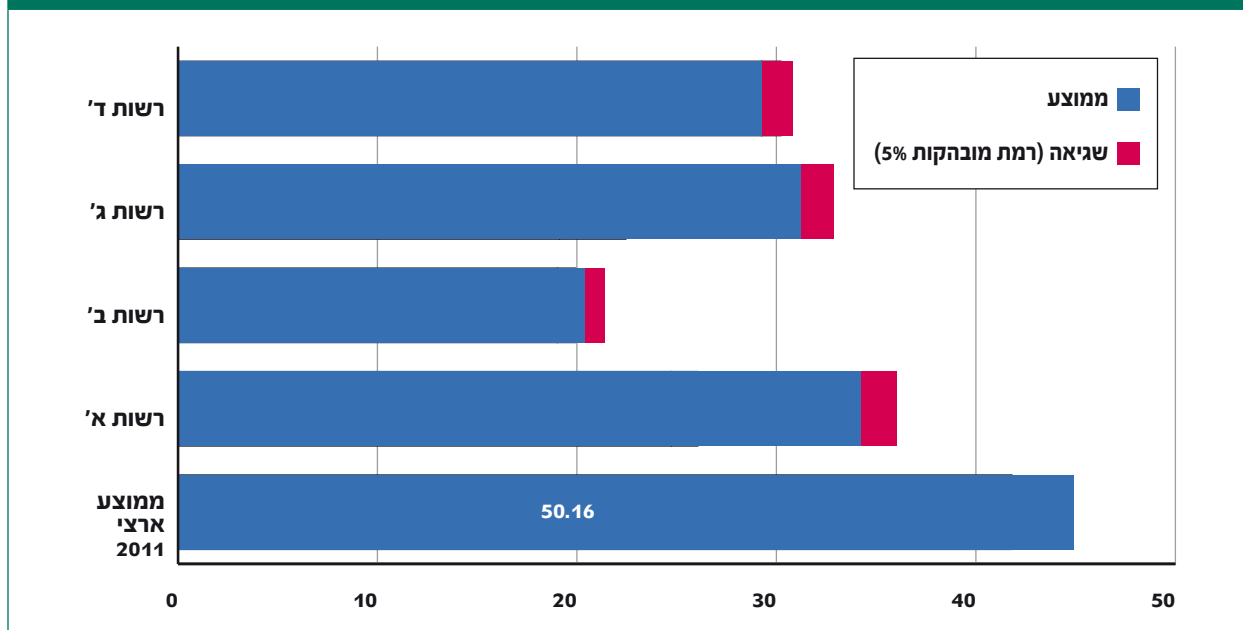
איור 7 מציג את משקל הפסולת הנוצרת לנפש בחודש ברשויות השונות בהשוואה למשקל הפסולת הנוצרת לנפש לפי הלמ"ס. לפי הלמ"ס נוצרו בשנת 2011 44.88 ק"ג פסולת עירונית לנפש בחודש.³⁶ בשנת 2012, תחת הנחה דומה, נוצרו בחודש 50.16 ק"ג פסולת עירונית לנפש. איור 8 מציג השוואה דומה עבור שנה זו.

³⁴ ממוצע לשנים 2011 ו-2012.

³⁵ רשות ד' מסרה נתונים שנתיים עבור משקל פסולת המתמחזרים, ועל כן לא היה ניתן לבחון את מובהקות השינוי.

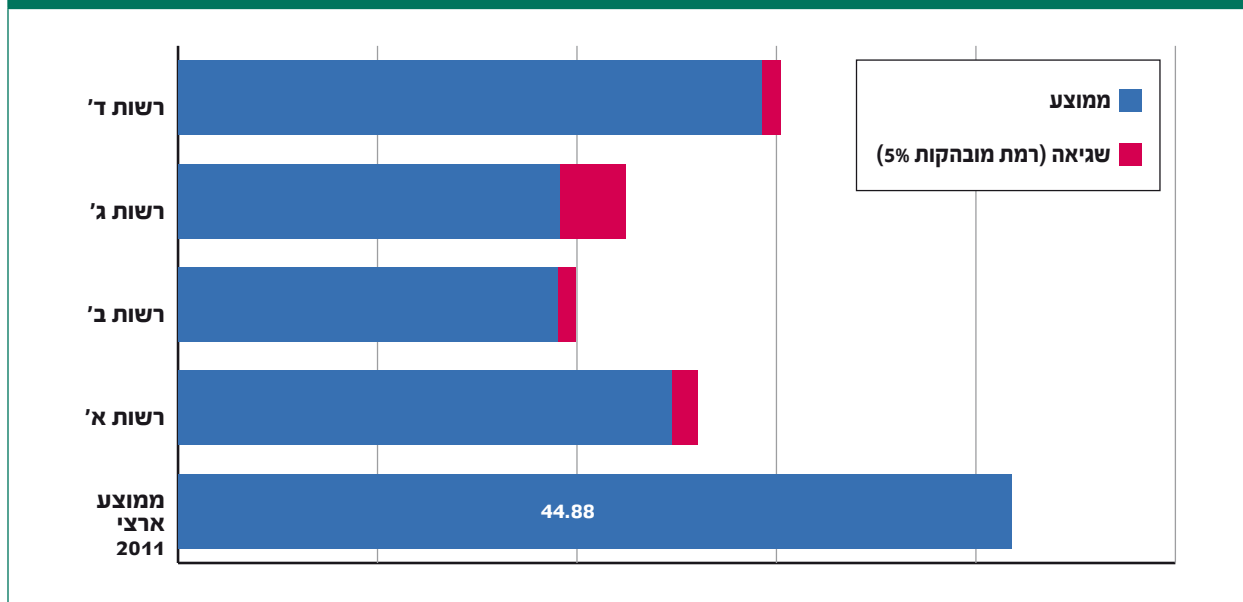
³⁶ הנתון מובא בניכוי פסולת גזם. הנחנו כי 12% מסך הפסולת העירונית הנוצרת הם גזם (לפי: חושבה לתכנון בע"מ, 2004).

איור 7: השוואה בין הממוצע הארצי של משקל הפסולת הנוצרת לנפש בחודש לפי למ"ס (2012) לבין תוצאות המדד (רמת מובהקות של 5%)



מקור: מכון מילקן, 2013.

איור 8: השוואה בין הממוצע הארצי של משקל הפסולת הנוצרת לנפש בחודש לפי למ"ס (2011) לבין תוצאות המדד (רמת מובהקות של 5%)



מקור: מכון מילקן, 2013.

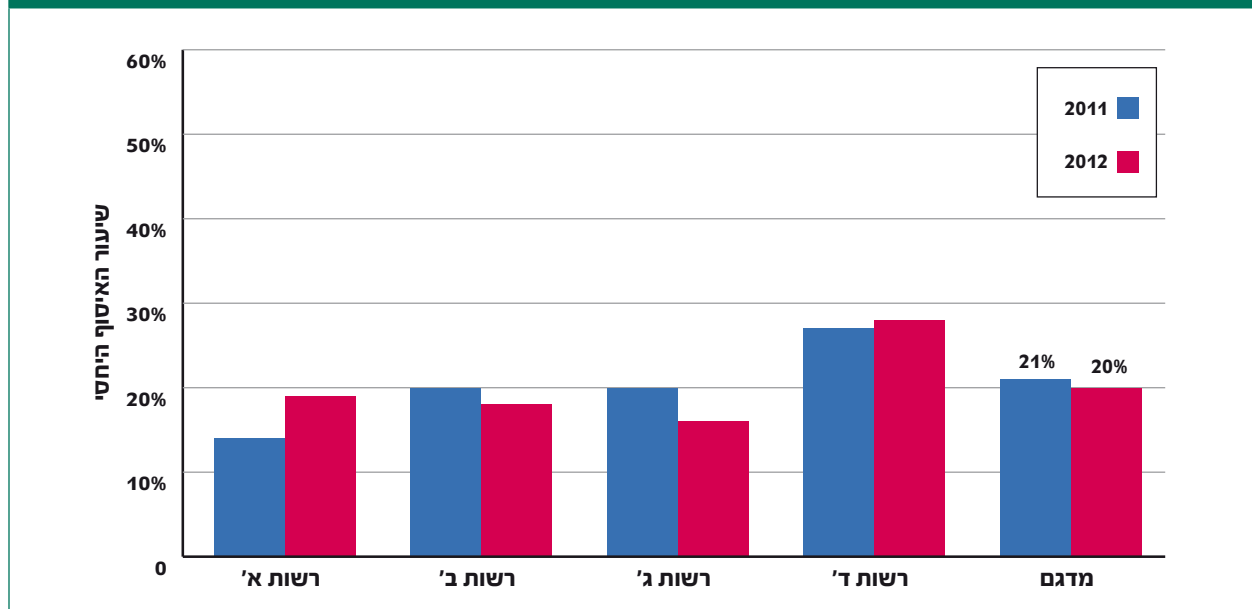
ניכר כי משקל הפסולת העירונית הנוצרת לנפש בחודש לפי הלמ"ס גבוה בשנת 2011 ובשנת 2012 מהממוצע בכל אחת מן הרשויות. זאת ועוד, חישוב רווח בר-סמך לממוצע מראה כי לא ניתן להסביר את הפער בין הנתון הארצי לנתוני הרשויות שנבדקו באמצעות שונות הנתונים ברמת מובהקות של 5%. משמעויות הממצאים מפורטות בפרק הדין.

שני המדדים האחרונים המפורטים בטבלאות 6 ו-7 הם שיעור הפרדה במקור ושיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת הנוצרת ברשויות השונות. ממצא מעניין הוא כי בניגוד לרשויות האחרות, ברשות ב' אין שינוי בין ערכי המדדים. הסיבה לכך היא כי רשויות א', ג' ו-ד' מפנות את הפסולת המעורבת והיבשה הנאספת בתחומן לתחנות מעבר הממיינות חומרי גלם למחזור מכלל הפסולת, ואילו ברשות ב' מועברת הפסולת ישירות להטמנה. בממוצע נמצא כי ב-2011 שיעורי המחזור עמדו על כ-15.7% ובשנת 2012 על כ-18.6%.

6.3 מדדי פסולת שנתיים בשנים 2011 ו-2012

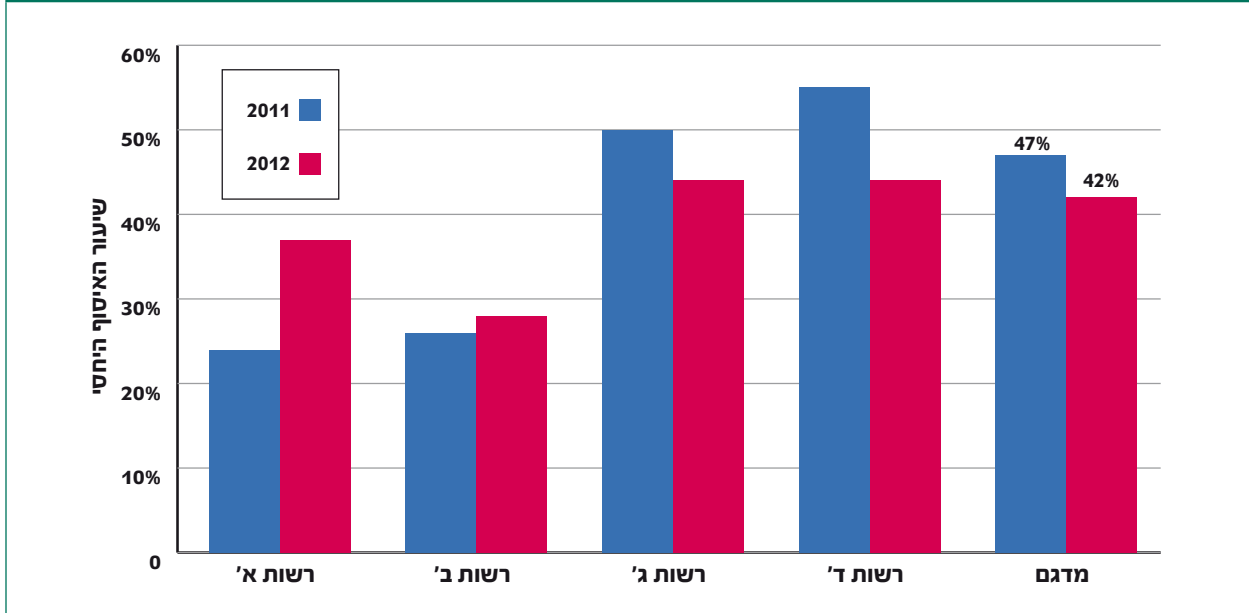
בפרק זה מוצגים המדדים בראיית המדיניות: שיעור האיסוף היחסי והשקעה ממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה. לאור יעדי המדיניות המעודכנים של המשרד להגנת הסביבה והיעדים שקובעת תוכנית האב לפסולת מוצקה, מובא מדד שיעור האיסוף היחסי עבור הרכיבים הבאים: נייר, קרטון ופסולת אורגנית. מדד זה בוחן עבור כל מרכיב את משקל הפסולת הנאספת מתוך סך משקל הרכיב בזרם הפסולת הביתית. איורים 9–11 מציגים את התוצאות. נוסף על ערך המדד ב-4 הרשויות שנדגמו, האיורים מציגים גם את ערך המדד ברמת המדגם. חישוב הערכים נעשה באמצעות סכימת נתוני כל הרשויות במטרה להקנות לכל רשות את המשקל המתאים ביחס לגודלה ולכמות הפסולת הנוצרת על ידה.

איור 9: שיעור האיסוף היחסי של נייר ב-4 הרשויות שנדגמו וברמת המדגם בשנים 2011 ו-2012



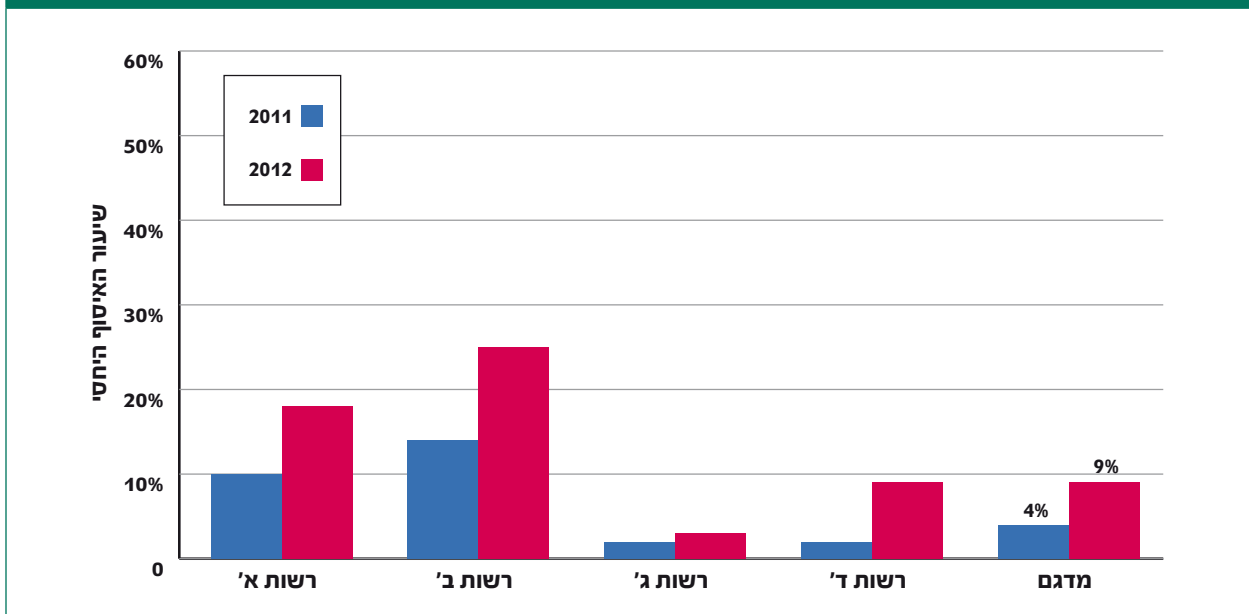
מקור: מכון מילקן, 2013.

איור 10: שיעור האיסוף היחסי של קרטון ב-4 הרשויות שנדגמו וברמת המדגם בשנים 2011 ו-2012



מקור: מכון מילקן, 2013.

איור 11: שיעור האיסוף היחסי של פסולת אורגנית ב-4 הרשויות שנדגמו וברמת המדגם בשנים 2011 ו-2012

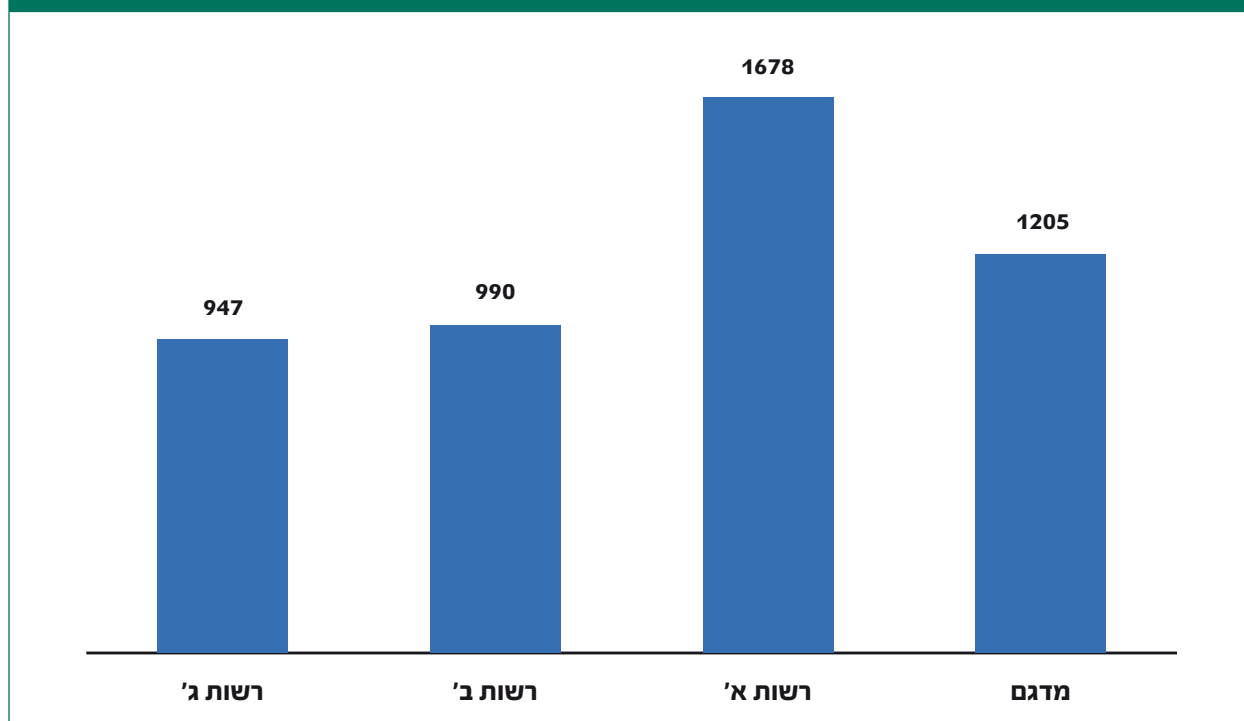


מקור: מכון מילקן, 2013.

מן התוצאות עולה כי אף על פי שחלה עלייה בשיעור הקרטון והנייר הנאספים מסך הפסולת בחלק מהרשויות, ברמת המדגם (המדמה לשם המחשה את הרמה הארצית) חלה ירידה בשיעור האיסוף היחסי של רכיבים אלה (ירידה בת 1% עבור הנייר וירידה בת 5% עבור הקרטון). מנגד, שיעור האיסוף היחסי של הפסולת האורגנית מצביע על עליות בכל הרשויות שנדגמו, ובסך הכול על עלייה בת 5% ברמת המדגם.

המדד השני שנידון בפרק זה הוא השקעה ממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה. איור 12 מציג את תוצאות המדד.

איור 12: השקעה ממשלתית ב-ה להסטת טונה פסולת מהטמנה בכל רשות שנדגמה ובממוצע המדגם



מקור: מכון מילקן, 2013.

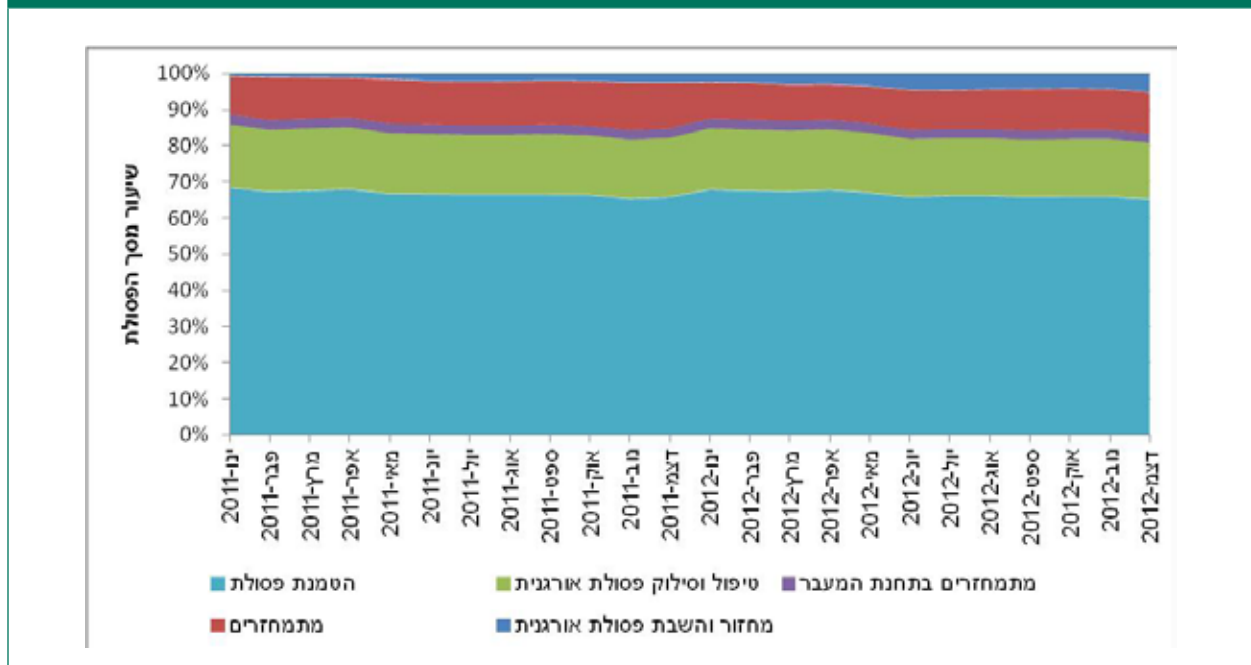
ניתן לראות כי בין השנים 2011 ו-2012 ההשקעה הממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה ברשות א' הייתה גבוהה ביחס להשקעה הממשלתית ברשויות ב' ו-ג' (ב-688 ו-731 ש"ח לטון בהתאמה). ברשות ד' לא בוצעה השקעה ממשלתית. ממוצע המדגם עמד על השקעה ממשלתית של 1,205 ש"ח במקטע הפנים-עירוני להסטת טונה פסולת מהטמנה.

6.4 עיבוד מדדי הפרדה במקור לאפיון הטיפול בפסולת ברמת המדגם (הרמה הלאומית)

השימושים במערכת המדדים נעים בין ניהול מערך הטיפול בפסולת ברמה המקומית לבין הערכת המדיניות ברמת משק הפסולת. איור 13 (בעמוד הבא) מציג את אופן הטיפול בפסולת ברמת המדגם. לשם הפקת האיור עובדו הנתונים הגולמיים יחדיו להפקת המדדים השונים ותתי-המדדים המרכיבים אותם.

ניתן לראות כי ברמת המדגם, שיעור הפסולת המוטמנת יציב בין השנים 2011 ו-2012, ועומד על כ-66%. נוסף על כך, נצפות עלייה של כ-2% בשיעור המחזור וההשבה של הפסולת האורגנית, וירידה של 1.5% בשיעור האיסוף של פסולת המתמחזרים (באדום). נדבך מרכזי באיור הוא טיפול בפסולת אורגנית וסילוקה, שירד ב-1% בין השנים, ועמד בשנת 2012 על 16% בממוצע. פסולת אורגנית זו מופרדת באופן מכני בתחנות המעבר מן הפסולת המעורבת. בשל כך, היא בעלת איכות ירודה בהשוואה לפסולת אורגנית שמופרדת במקור, והיא איננה משמשת חומר גלם לדשן איכותי.

איור 13: התפלגות אופן הטיפול בפסולת ברמת המדגם



מקור: מכון מילקן, 2013.

7. דיון

לאור תוצאות המדדים וממצאי סקר הספרות הדיון עוסק במספר נושאים:

- א. ניתוח תוצאות המדדים עבור הרשויות שבמדגם ודיון בתובנות שניתן להפיק מן המדדים ביחס לרשויות השונות.
- ב. דיון במגבלות המדדים ובתועלת שלהם.
- ג. דיון במערכת המדדים ככלי להערכת המדיניות.

7.1 בחינת ביצועי הרשויות: משקל הפסולת הנאספת ושיעורי המחזור

תוצאות המדד מלמדות כי רמת ההשתתפות ברשויות ב' ו-ד' גבוהה מזו המצויה ברשויות האחרות שנבחנו – כמובן בהנחה כי קיים קשר ישיר בין תוצאות המדד לרמת הפרדה. ברם, יש לסייג ממצא זה, משום שהנתונים שנמסרו מרשות

א' נסמכים באופן חלקי על אומדנים, ועל כן רמת דיוקם נמוכה. הנתונים שנמסרו מרשות ד' מבוססים רק על אומדנים, ואמינותם מוטלת בספק. נוסף על כך, דגם ההפרדה בשתי הרשויות מבוסס על שימוש נרחב במדשנים ביתיים ובמתקני טיפול מקומיים. הנחת המוצא במחקר זה, ששיעור השאריות בזרמים המטופלים באופן זה הוא אפסי, הביאה אף היא להטיה בתוצאות. לאור מגבלות המחקר ומורכבות הבדיקות הדרושות לבחינת שיעור השאריות בזרם האורגני במערכות טיפול מסוג זה, ננקטה הנחה זו בלבד, אך לא ניתן לאשש או להפריך אותה.

חשוב להזכיר כי רמת ההפרדה מורכבת משיעור ההשתתפות, ממספר התושבים שמפריד פסולת ביחס לסך האוכלוסייה ומאיכות ההפרדה. המשתנה האחרון נמדד בשני אופנים המשלימים זה את זה: שיעור השאריות הלא-אורגניות (זיהום) בזרם הרטוב ושיעור הפסולת האורגנית המופרדת אל הזרם הרטוב מסך הפסולת האורגנית הביתית. הסקר שנערך ברשות א' מספק נתון חשוב לשם בחינת אמינות הנתונים ששימשו אותנו לחישוב המדד.³⁷ בשקלול תוצאות הסקר עם הנתונים שנאספו, נמצא כי כמות הפסולת הממוצעת הנאספת ברשות א', בזרם הרטוב ובזרם היבש, עמדה בשנת 2012 על 5,725 טונות, כ-79% מסך הפסולת האורגנית בזרם הביתי (לפי חישוב המבוסס על סקר הרכב הפסולת משנת 2005). הסברים אפשריים לפער הנזכר לעיל, שמהווים את מגבלות המדד, מובאים להלן:

- א. הנחת המוצא במחקר הנוכחי באשר לשיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב אינה משקפת בהכרח את המצב ברשות א'. בדגימה לא מייצגת שבוצעה בסקר, נמצא שיעור שאריות הנמוך פי 8 מזה ששימש במחקר.
- ב. מדידות משקל הפסולת הנאספת בסקר ובנתונים שנאספו לצורך מחקר זה מן הרשויות, נעשו בשלבים שונים בתהליך הטיפול. נתוני הזרם הרטוב סופקו לרשות על-ידי תחנת המעבר לאחר דחיסה ותהליכי פירוק ראשוניים, שמשמעותם אבדן מסה. מנגד, הדגימות שנערכו לסקר נאספו מפחי הזרם הרטוב ללא דחיסה.
- ג. המגבלה האחרונה מקורה בחישוב של כמות הפסולת האורגנית הביתית על סמך ממצאי סקר הרכב הפסולת הארצי. כלומר, ייתכן ששיעור הפסולת האורגנית בזרם הפסולת הביתית שונה מהממוצע הארצי.

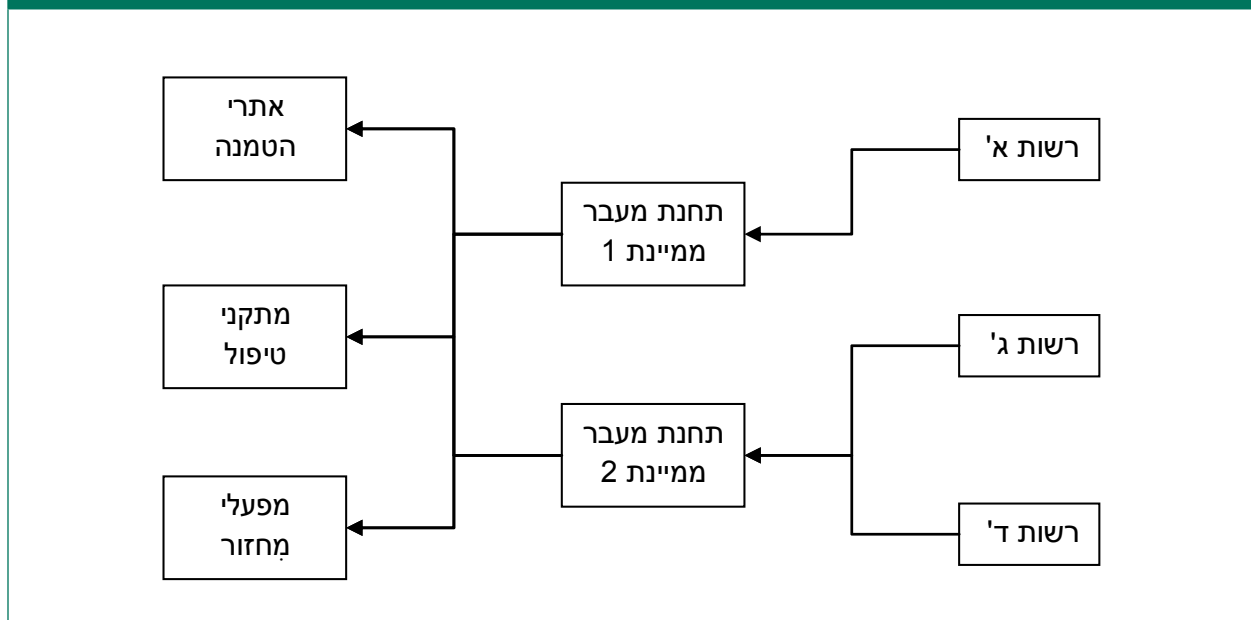
בניגוד לזרם הרטוב, הנתונים על אודות פסולת המתמחזרים (פסולת בעלת תכולת לחות נמוכה) מתאפיינים ברמת אמינות גבוהה יותר. זאת משום שפסולת זו אינה מאבדת מסה בדחיסה או על פני זמן. תוצאות מדד משקל המתמחזרים למשק בית מצביעות בראש ובראשונה על התאמה בין כלי המדיניות שהופעלו ברשויות השונות (פריסת מערכי מחזור לפסולת מתמחזרים ברשויות א'-ג') לבין הביצועים. עוד ניכר כי רמת ההשתתפות של התושבים בתוכניות מחזור המבוססות על מרכזי מחזור, גבוהה מזו הנהוגה בתוכניות הפרדה במקור לשני זרמים. זאת אף על פי שהפרדה במרכזי המחזור תובעת הקצאה של נפח אצירה ביתי לפסולת המתמחזרים והליכה או נסיעה אל מרכז המחזור כדי להשליכה. עם זאת, חשוב לציין כי מרכזי המחזור, לעומת ההפרדה במקור לשני זרמים, מצויים ברשויות רבות מזה מספר שנים, ותושבים רבים משתמשים בהם באופן קבוע.

התוצאות מלמדות על עמידה ביעדי המדיניות המקומית של כל אחת מהרשויות, שכן ברשות א' הרחיבו את מערך האצירה והאיסוף של פסולת המתמחזרים לכדי פריסה מלאה בכלל הרשות, וברשות ב' הוגדלו נפחי האצירה של נייר וקרטון. מנגד, לא חל שינוי ניכר בפריסת מערך האיסוף ברשות ג' בין השנים 2011 ל-2012, ואכן לא נצפתה עלייה בשיעור האיסוף של פסולת מתמחזרים ברשות זו.

³⁷ ראו פרק 5.1.

שיעורי הפרדה במקור ושיעורי המחזור ברשויות שנדגמו מציגים תוצאות דומות. הדמיון בתוצאות נובע מגודל המדגם ומאופן בחירת הרשויות. במדגם מייצג או במדידה של כלל האוכלוסייה נראה רשויות נוספות דוגמת רשות ב', שעבורן אין שונות בין ערכי המדדים הללו. זאת משום שרשויות רבות בישראל לא מפנות את הפסולת לתחנת מעבר ממיינת. סיבה נוספת לדמיון בין ערכי המדדים היא מחסור בנתונים מתחנות המעבר הממיינות שהפסולת מפונה אליהן.³⁸ איור 14 מדגים את אופן פינוי הפסולת מרשויות א', ג' ו-ד' כפי שהוא מתבצע בפועל. מטרת האיור היא להמחיש את בעיית הנתונים שמגבילה את המדדים הנידונים, ועל כן הוא כולל פסולת המפונה לתחנות המעבר בלבד.

איור 14: פינוי פסולת מרשויות א', ג' ו-ד' אל תחנות המעבר - המצב בפועל

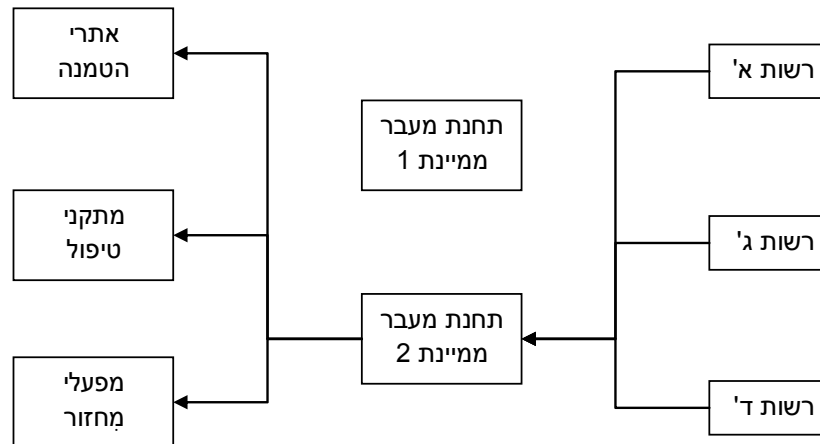


מקור: מכון מילקן, 2013.

כאמור, בשל מגבלות נתונים המחקר מציג מצב אחר מזה המתקיים במציאות. המצב המוצג במחקר מתעלם מהביצועים של תחנות המעבר השונות בהפרדת רכיבים בני-מחזור מזרם הפסולת הנכנס. איור 15 (בעמוד הבא) ממחיש זאת. על אף בעיות המדידה שליוו את חישוב המדדים הללו, ניתן ללמוד כי ההבדלים בין הרשויות נובעים בעיקר מאיסוף בנפרד של מתמחזרים, שמהווה בשלב זה את עיקר ההפרדה במקור ברשויות שנדגמו. בהינתן נתונים אמיינים ופרטניים אנו מצפים כי שונות המדד המחושב תעלה, וכי הוא ישקף באופן טוב יותר המצב בפועל. איסוף הנתונים הנחוצים למדד יבוצע במסגרת יישומו של חוק PRTR. חשיבותו של יצירת מדד אמין היא רבה. לדוגמה: באמצעותו ניתן יהיה להציע תגמול לרשויות השונות על בסיס שיעורי המחזור (למשל: במסגרת מענקי התמיכה של המשרד להגנת הסביבה) ולהגביר את התחרות בין תחנות המיון על ההתקשרות עם הרשויות, ובכך להביא להתייעלות של תחנות המיון.

³⁸ במקרה זה מדובר בדמיון ביחס שבין המדדים עבור רשויות א', ג' ו-ד'.

איור 15: פינוי פסולת מרשויות א', ג' ו-ד' אל תחנות המעבר - מגבלות המחקר



מקור: מכון מילקן, 2013.

7.2 טיב ההפרדה

בחלק הראשון של הדיון הוצגו מספר בעיות שנובעות ממחסור בנתונים על אודות טיב ההפרדה. כאמור, זהו מרכיב בעל חשיבות עליונה בהערכת המדיניות, שכן הפרדת פסולת באיכות ירודה פוגעת באיכות תוצרי המחזור ובפוטנציאל השבת החומרים לשימוש, ומביאה להגדלת הנוקים הסביבתיים הנובעים מטיפול בפסולת.

חלק זה של הדיון יעסוק בשיטות מדידה לטיב הפרדת הפסולת, כפי שהן מבוצעות כיום ברשויות בישראל, אם כי אין כוונה להציע שיטה למדידה של טיב ההפרדה. ביצוע של סקר הרכב פסולת ברמת הרשות המקומית הוא אחת החלופות האפשריות לחישוב שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב. סקר מסוג זה מצריך כוח אדם מיומן, ציוד רב ואזור תפעולי מתאים לביצוע. דרישות אלה מערימות קשיים על מימון סקרים מסוג זה לאורך זמן ובתדירות גבוהה. רשויות שונות מבצעות בחינות חזותיות לאומדן שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב. סקרים אלה מבוצעים באמצעות אפיון של שקיות המכילות אשפה אורגנית, וחישוב שיעורן מתוך כלל שקיות האשפה בפח הזרם הרטוב. בדיקה זו מתאפיינת ברמת דיוק נמוכה ובעלויות זניחות. תְּקִנָּן של הבדיקה החזותית יחד עם מציאת מתאם בינה לבין בדיקת הרכב הפסולת יכול לשמש חלופה זולה בטווח הארוך לבחינה תכופה של טיב ההפרדה. לפתרון מסוג זה תועלת רבה להערכת המדיניות באמצעות מערכת המדדים. בדיקה כזו תוכל להתבצע בתדירות גבוהה וקבועה בכל רשות שמפרידה פסולת במקור, תספק מידע אמין יותר באשר למדד משקל הפסולת האורגנית הנאספת בנפרד נטו, ותספק תובנות מהימנות לגבי רמת השתתפות התושבים ברשויות שונות. זהו כלי חשוב הן לרשות הן למשרד להגנת הסביבה.

סקרים של הרכב הפסולת בפח הזרם היבש, כפי שבוצע ברשות א', הם בדיקה משלימה לטיב ההפרדה. נתונים על אודות משקל הפסולת האורגנית המצויה בזרם היבש יכולה ללמד על שיעור הפסולת האורגנית הנוצרת מסך הפסולת הביתית ולספק תובנות נוספות על רמת ההשתתפות. בניגוד לנתונים ששימשו במחקר, ישנה חשיבות רבה לכך שדגימות הפסולת

של הזרם הרטוב ושל הזרם היבש יבוצעו ישירות בפחי האצירה שבתחומי הרשות, במטרה לנטרל את השפעות הזמן והשינוע על טיב הדגימה.³⁹

7.3 משקל פסולת ביתית נוצרת לנפש

איורים 7 ו-8 בפרק התוצאות מדגימים פערים בין הרשויות השונות ובינן לבין הממוצע הארצי של משקל הפסולת הנוצרת לנפש בחודש. פערים אלה עלולים לנבוע מהשונויות שבמבנה נתוני הפסולת של כל רשות. המחקר הנוכחי מתמקד בפסולת הביתית, אולם סביר להניח כי נתונים על אודות פסולת מסחרית, פסולת ממוסדות ציבור ואף פסולת תעשייתית קלה נמסרו במסגרת איסוף הנתונים. למשל: רשות המספקת שירותי פינוי פסולת למרכזים מסחריים, תתקשה להפריד בין נתוני הפסולת הביתית לבין נתוני הפסולת המסחרית. כאמור, השונויות בפריסתו של מערך הטיפול בפסולת בין הרשויות מביאה לשונוי במבנה נתוני הפסולת שלהן.

בחינת התוצאות ביחס לממוצע הארצי מצביעה על הטיה כלפי מעלה של הנתונים הארציים. אמנם קיים חשש שבשל דגימה סלקטיבית של הרשויות למחקר הנוכחי הן אינן מייצגות את הממוצע הארצי, אך ניתן לשער כי קיימת הטיה של הממוצעים הארציים. הסיבה לכך היא שלשם חישוב הממוצע הארצי נאספו נתוני פסולת ביתית ומסחרית כזרם פסולת אחיד. המחקר הנוכחי ממוקד בפסולת הביתית, ועל כן אינו כולל פסולת מסחרית שמפונה על ידי הגורם המסחרי שמייצר את הפסולת. כפי שהודגם בדוח הפסולת האוסטרלי שסקרנו בפרק 4.2, ישנה חשיבות רבה להפרדת המדידה של פסולת מסחרית ותעשייתית מפסולת משקי הבית, הן מההיבט המחקרי הן מההיבט של עיצוב המדיניות, של יישומה ושל הערכתה, וזאת משני טעמים:

- א. משקל הפסולת המסחרית הנוצרת לנפש מושפע לא רק מגודל היישוב, אלא גם מחוסנו הכלכלי וממידת היוממות הנכנסת אליו.
- ב. תהליך עיצוב מדיניות להפחתה ולהפרדה של פסולת מסחרית במקור נבדל ממדיניות המופעלת על משקי הבית, למשל מאחר שהוצאות הטיפול בפסולת הן עלות ישירה של בעל העסק.⁴⁰ היות שכך, יעילותם של כלים כלכליים, כמו מס או סובסידיה, תהיה גבוהה יותר ביחס ליעילותם במגזר משקי הבית.⁴¹

7.4 הערכת מדיניות מול תפעול מערך הפסולת

איסוף הנתונים בנפרד עבור כל רשות מקומית תורם בראש ובראשונה לתפעול מערך הפסולת ברמת המקומית. לשם כך, דרושים מדדים שמחושבים בתדירות גבוהה (חודשית למשל) ובפיזור גאוגרפי מרבי. לדוגמה: איסוף הנתונים הייחודי שמבצעת רשות ג' מאפשר לה גמישות ניהולית על ידי בחינה נפרדת של הביצועים באזורים שונים ביישוב (בהתאם לאזורי הפינוי היומיים שהוגדרו). שיטת איסוף נתונים זו מביאה לחיסכון במשאבים רבים המושקעים בבקרה, באיתור בעיות, ובמתן פתרונות לתושבים. מנגד, אופן איסוף הנתונים ברשות זו וניתוחם תובעים זמן רב מעובדי הרשות. בחינה של העלות מול התועלת שבשיטת העבודה הזו היא מחוץ למסגרת המחקר הנוכחי.

³⁹ פסולת אורגנית מאבדת מנפחה וממסתה בשל דחיסתה במשאיות הפינוי ובשל התפרקותה על פני זמן.

⁴⁰ חלק מהעסקים מקבלים שירותי טיפול בפסולת מן הרשות כחלק מ"התמורה" למסי העירייה. חשוב להתעמק בהיקף התופעה ברשויות השונות במחקר מתקדם.

⁴¹ בעיקר לאור העובדה שהתשלום עבור שירותי פינוי הפסולת אינו מושת על משקי הבית באופן ישיר, אלא באמצעות מסי העירייה.

עיצוב מערכת המדדים מאפשר בחינה של התופעות הנמדדות בקני מידה שונים, החל מהרמה המקומית וכלה ברמה הלאומית. סכימת הנתונים הגולמיים לקנה המידה המבוקש מאפשרת לימוד של התופעות והשוואתן בין קבוצות שונות וברמה הארצית. למשל, ניתן להשוות את אופן יישום המדיניות לפי סוג הרשות: עיר, מועצה מקומית או מועצה אזורית. לחילופין, ניתן לבצע חלוקות גאוגרפיות, מנהליות, חברתיות-כלכליות או לפי דגמי הפרדה ושילבי יישום המדיניות.⁴² איורים 9–13 בפרק התוצאות מציגים חישובים של המדדים הנידונים עבור רמת המדגם, לצד חישובים עבור הרמה המקומית.⁴³ במחקר הנוכחי רמת המדגם מדמה את הרמה הלאומית, אם כי אינה מייצגת אותה לאור מגבלות הזמן. המדדים מגבירים את הגמישות הניהולית של המשרד להגנת הסביבה ומשמשים כלי להגברת היעילות של הקצאת המשאבים והאפקטיביות של כלי המדיניות השונים. בחינת יעדי המשרד להגנת הסביבה, כפי שהוגדרו במעבר להפרדה במקור של פסולת ביתית ובתוכנית האב לטיפול בפסולת מוצקה משנת 2004, ממחישים זאת היטב. טבלה 9 מפרטת מספר יעדים אופרטיביים וכלי מדיניות לטיפול בפסולת ביתית מוצקה בישראל לעומת המצב בפועל. מתוך שלושת היעדים שנבחנו, נראה כי התקדמות חלה רק בשיעורי המחזור, וכפי שהוצג במחקר – עיקר ההתקדמות נובע מעלייה בשיעורי האיסוף והמחזור של פסולת מתמחזרים. על כן, יש לבחון שתי שאלות עיקריות:

- א. מדוע חלה עלייה מצומצמת בלבד בשיעורי המחזור של הפסולת האורגנית הביתית?
- ב. האם ניתן להגביר את שיעורי המחזור של פסולת מתמחזרים, ומה היא ההשקעה הנדרשת לשם כך?

טבלה 9: הערכת יעדי המדיניות באמצעות מערכת המדדים – המצב בפועל מול יעדי המשרד להגנת הסביבה

יעדי מדיניות אופרטיביים	הערכת עמידה ביעדי המדיניות (2011)	הערכת עמידה יעדי המדיניות (2012)
50% מחזור עד שנת 2020	15.7%	18.63%
הקצאת 20% מן הפסולת להפקת אנרגיה מתחדשת	9.7%	9.6%
הגברת המחזור של נייר וקרטון	שנת 2010 לא נסקרה במסגרת המחקר הנוכחי	נצפתה ירידה באיסוף הקרטון והנייר ברמת המדגם

מקור: סברדלוב, מרינוב וקליין (2005), המשרד להגנת הסביבה (2012ב'), מכון מילקן (2013), המשרד להגנת הסביבה (2013א').

שיעורי האיסוף של מרכיבי השונים של זרם הפסולת נבחנו במדד שיעור האיסוף היחסי. השיעורים חושבו עבור כל מרכיב בזרם הפסולת כסך הפסולת שנאספה בנפרד ביחס לסך מרכיבי הפסולת מסוג זה המצויים בזרם הפסולת הביתית. בבחינת תוצאות המדד חשוב להפריד בין המגמה הנצפית על פני זמן לבין תוצאת המדד בנקודת זמן נתונה.

⁴² חלוקה מנהלית יכולה להתבצע למשל לפי מחוזות המשרד להגנת הסביבה.

⁴³ פרט לאיור 13, שמציג את רמת המדגם בלבד.

מגמת השינוי מאפשרת לבחון את הצלחתו או כישלוננו של כלי מדיניות להשיג את יעדיו, למשל – פריסה מוצלחת של מרכזי מחזור בתחומה של רשות א' בין השנים 2011–2012. מנגד, בחינת התוצאה בכל נקודת זמן נתונה בנפרד מצריכה נקודת ייחוס (benchmark) אחרת. בטבלה 9 נקודת הייחוס היא יעד המדיניות עצמו, אולם ניתן לבחון את התוצאות גם ביחס לממוצע המדגם או לממוצעים מקובלים בעולם או מן הספרות. במקרה זה, בחינה של התוצאות של מחזור נייר ביחס לרשות בעלת שיעור האיסוף היחסי הגבוה ביותר של נייר (רשות ד') מראה כי על אף העלייה שחלה ברשות א' במחזור נייר, ניתן להשקיע משאבים נוספים באיסוף פסולת הנייר. באמצעות חישוב פוטנציאל האיסוף של הפסולת לפי רכיביה ולפי חלוקה גאוגרפית ושקלולה עם משתנים נוספים, כמו עלויות סביבתיות של הנסועה, נתונים חברתיים-כלכליים אזוריים ומשתני שוק המחזור של כל רכיב, ניתן לבחון את כדאיות ההשקעה בתשתיות מחזור נוספות באזורים נתונים, ואף לבחון מתן תמריצים, כמו סבסוד ההשקעה, קביעת מחיר מינימום לתקופה מסוימת או הפעלת מרכזי שותפות פרטית-ציבורית (PPP) להקמה ולתפעול של מתקני המחזור.

אחת ממגבלות המדד קשורה לתהליך הטיפול בפסולת של כל רשות. כך, רשויות שמפנות פסולת לתחנת מעבר ממיינת, ממחזרות יותר פסולת מתמחזרים מאשר הן אוספות בנפרד. עם זאת, מחזור בשיטה זו הוא נחות ביחס לאיסוף בנפרד בשל רמת הרטיבות בזרם הפסולת המעורב והיבש (בשלב זה) והעלויות הסביבתיות והכלכליות הנוספות הכרוכות בהפעלת תחנות המעבר הממיינות. מגבלה נוספת נובעת מהתלות שלו בנתונים מצרפיים על הרכבה המשקלי של הפסולת. עד היום נבדקו נתונים אלה בסקרי הרכב פסולת ארציים שנערכו בתדירות לא קבועה.⁴⁴ נוסף על כך, קיים חשש כי נתונים עבור זרמים מסוימים, כמו קרטון ונייר, כוללים גם פסולת מסחרית.⁴⁵ לאור חשש זה ובראייה אינטגרטיבית של ניהול הפסולת הכוללת, עולה הצורך בעיצוב מדיניות שונה ובפיתוח דרכי מדידה שונות עבור סוגי הפסולת השונים. בסקירה העולמית הראינו שבאוסטרליה מחולקת הפסולת הנוצרת לשלושה סוגים עיקריים: פסולת ביתית, פסולת מסחרית ותעשייתית ופסולת בניין. נוסף על כך, הטמעת נתוני סקר הרכב הפסולת לשנת 2013 יאפשרו לקבל תמונת מצב מעודכנת של שיעור האיסוף היחסי, ולאפשר קבלת החלטות מושכלת ברמה המקומית והלאומית. זאת ועוד, ביצוע סקרים לאומיים בתדירות גבוהה יותר יאפשר חישוב מדד אמין ועדכני, שישמש כלי לתכנון ולהערכה של מדיניות ארוכת טווח. מקור מידע נוסף, אף אם חלקי, יכול להיות סקרים מקומיים שהרשויות, שזכו לתמיכה מהמשרד להגנת הסביבה, נדרשות לבצע. סקרים אלה יבוצעו עבור הזרם הרטוב והזרם היבש בנפרד – ועל כן יש לפתח שיטת מחקר לחישובה של התפלגות המשקל של הפסולת למרכיביה על בסיס שיטה זו.

7.5 מדדי עלות-תועלת

מדד ההשקעה הממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה הוא במחקר זה מקרה בוחן לתרומה של מדדי עלות-תועלת להערכת מדיניות. בשלב זה, הבנת התוצאה (1,205 ש"ח להסטת טונה מהטמנה) איננה חשובה, משום שיש לבחון אותה לאורך זמן או ביחס לתמהיל השקעות אחר. למשל, חלוקת הרשויות שזכו למענק לקבוצות לפי דגם ההפרדה (סוגי פעולות שונים) יכול להצביע על דגם הפרדה יעיל במיוחד. יש לציין כי בעת ביצוע השוואה מסוג זה יש להביא בחשבון מאפיינים

⁴⁴ סקרי הרכב פסולת ארציים ומקיפים נערכו בשנים 1995 ו-2005. בעת כתיבת המחקר נערך סקר הרכב הפסולת לשנת 2013, אולם הוא טרם פורסם.

⁴⁵ לפי סקר הרכב הפסולת משנת 1995, שיעור משקל הנייר והקרטון בפסולת המסחרית עמד על כ-67% (ביוטק, 1995). לעומת זאת, בשנת 2005 היה שיעור רכיבים אלה בפסולת הביתית 25% (שלדג, 2006).

נוספים שיכולים להשפיע על התוצאות, כמו סוג הרשות, גודל האוכלוסייה, דירוג כלכלי-חברתי, סוג הבנייה וכן הלאה. חישוב מדדי עלות-תועלת מספק בסיס נתונים רחב, שבאמצעותו ניתן לבצע מחקרים אלה לשם הערכה ושיפור של מדיניות הפסולת בישראל.

הפקת מערכת מדדים מקיפה ומלאה תאפשר קבלת תמונת מצב מהימנה יותר, למשל באמצעות חישוב ההשקעה הממשלתית המלאה (לרבות במתקני קצה ובתחנות מיון פסולת) להסטת טונה פסולת מהטמנה. באמצעות מחקרים משלימים ניתן ליצור מדדי עלות-תועלת מורכבים יותר, כגון המרה של התועלת החיצונית הנובעת מהסטת טונה פסולת מהטמנה למונחים מוניטריים שיאפשרו יצירת מדד עלות-תועלת שיהיה נוח לשימוש למקבלי ההחלטות.⁴⁶

8. מסקנות והמלצות מדיניות

פרק זה כולל את מסקנות המחקר ומספר המלצות מדיניות. יש לפתוח ולומר כי הדיון במערכת המדדים המוצעת הדגים את חיוניותה להערכת מדיניות הפרדת פסולת במקור בישראל ואת חשיבותה ככלי לניהול מערך הטיפול בפסולת ברמה המקומית והלאומית. יישומה של מערכת מדדים אפקטיבית בקנה מידה נרחב כרוך בביצוע של מספר פעולות שהמסקנות והמלצות המדיניות עוסקות בהן.

א. מערכת המדדים להערכת מדיניות הפסולת בישראל

אף על פי שמטרת המחקר הייתה להעריך את הצלחת מדיניות הפרדת הפסולת האורגנית במקור, המחקר עסק בפועל גם בזרמי פסולת נוספים, וזאת במסגרת פיתוח המדדים ובמהלך הדיון בתוצאות. בין היתר נלמד כי זרם המתמחזרים הוא חלק בלתי נפרד מפסולת משקי הבית. נוסף על כך, הוצגו הקשיים הנובעים מדליפתה של פסולת מסחרית לפסולת משקי הבית. מערכת המדדים המוצעת במחקר זה מוגדרת כמערכת מדדים ראשונית בשל פערי נתונים שטרם נפתרו, ובעטיין של מגבלות הזמן והמשאבים בעת ביצוע המחקר. מנגד, נמצא כי המדדים המוצעים מאפשרים ללמוד על העמידה ביעדי המדיניות ועל יעילות הקצאת המשאבים, ואף משמשים כלי ניהולי להקצאת משאבים יעילה יותר. על כן ההמלצות העולות מן המחקר הן:

- אימוצה של מערכת המדדים המוצעת בטווח המידי ושימוש בה להערכה ולניהול מדיניות של הפרדת פסולת במקור.
- פיתוחם של מדדים נוספים לניהול ולהערכת מדיניות הפרדת הפסולת במקור.
- הרחבת מערכת המדדים המוצעת כדי שתכלול סוגי פסולת נוספים, כמו פסולת מסחרית ותעשייתית (פסולת עסקית) ופסולת בניין.
- פיתוחם של מדדים נוספים ויישומם יבוצע בשיתוף עם בעלי זיקה במטרה להפיק מערכת מדדים איכותית וקלה ליישום.

⁴⁶ בפועל אפשר לטפל בפסולת אורגנית בנפרד משאר סוגי הפסולת.

ב. הערכת ביצוע להפרדה במקור של פסולת אורגנית

כאמור, ליבת המדיניות המהווה את מושא העבודה הנוכחית היא הפסולת האורגנית הנאספת בנפרד (הזרם הרטוב). נמצא שאין די בהתייחסות בלעדית למשקל הפסולת האורגנית הנאספת, אלא חשובים משתנים כמו שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם זה ומידת ההפרדה הנגזרת משיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש. עם זאת, בשלב זה טרם נאספו מספיק נתונים, ולשם ביצוע המחקר הסתפקנו בנתונים מצרפיים או בנתונים על אודות רשות אחת מתוך הרשויות שנדגמו.

איסוף נתונים על אודות שיעור השאריות בזרם הרטוב ושיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש הוא הליך יקר ומורכב, המצריך כוח אדם מיומן והקצאת שטחים מתאימים לביצוע הסקר. מנגד, בדיקות חזותיות ברמת הרשות סובלות מרמת דיוק נמוכה. בדיקת שיעור השאריות בעת מיון בתחנת המעבר או במתקן הקצה אינה מבוצעת באמצעות הליך סטנדרטי, ועובדה זו פוגמת באמינותה. לכן ההמלצות בעניין זה הן:

- יש להקפיד ולבצע סקרים של הזרם הרטוב ושל הזרם היבש בכל אחת מהרשויות המשתתפות בהפרדת פסולת במקור בתדירות חצי-שנתית לכל הפחות, בשנתיים הקרובות. מימון הסקרים יתחלק בין המשרד להגנת הסביבה ובין הרשות המקומית.
- יש לפתח שיטת מחקר לביצוע סקרים פשוטים וזולים ברמת הרשות, שתאפשר רמת דיוק גבוהה יותר בלימוד על שיעור השאריות בזרם הרטוב ועל שיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש.
- פיתוח שיטת המחקר יבוצע יחד עם בעלי זיקה, לרבות נציגי השלטון המקומי, מפעילי תחנות מעבר ממיינות לפסולת ביתית, מפעילי מתקני קצה לטיפול בפסולת אורגנית וחברות לייעוץ בנושא פסולת.
- המידע המופק יתועד ב"מערך לאומי לנתוני פסולת".

ג. מערך לאומי לנתוני פסולת

הפקת מערכת מדדים אפקטיבית מצריכה נתונים רבים, וכפי שמציג המחקר הנוכחי, נתונים רבים אינם קיימים או שאיכותם אינה מספקת לשם ביצוע הערכת המדיניות. בין הנתונים הבעייתיים ניתן למנות את שיעור השאריות הלא-אורגניות בזרם הרטוב ואת שיעור הפסולת האורגנית בזרם היבש, שנידונו בסעיף ב' של פרק זה. מלבד זאת, חשוב לציין גם את התדירות הנמוכה של סקרי הרכב הפסולת הארציים, את דליפת נתוני הפסולת המסחרית אל נתוני הפסולת הביתית, את המחסור בנתונים על אודות שיעור הנוזלים בפסולת האורגנית המופרדת במקור במכלי האצירה ועל קצב אבדן הנוזלים ופירוק הפסולת בתהליכים שונים שהיא עוברת בשינועה אל תחנות המעבר הממיינות ובעיבוד בהן, ואת המחסור בנתונים על אודות שאריות מיון (פסולת להטמנה) ממפעלי המחזור. נוסף על כך, הסטנדרט המינימלי לאיסוף ולדיווח של נתוני פסולת המחייב את השלטון המקומי, אינו מספק מבחינת תדירות איסוף הנתונים וברמת הפירוט שבו. בפועל, ישנן רשויות שמבצעות איסוף נתונים מפורט (עד כדי משקל הפסולת הנאספת בכל יום פינוי מאזור מסוים), וישנן רשויות שאיסוף הנתונים שלהם תואם את הרמה המינימלית הנדרשת.

נמצא כי מצאי נתונים מפורט הוא כלי ניהולי ברמת הרשות וברמה הלאומית, משום שהוא מאפשר הקצאת משאבים יעילה בתחומי הבקרה והאכיפה, ויכול לשמש בסיס למערכות תמריצים שונות, כדוגמת מחיר דיפרנציאלי לטיפול בפסולת, ולהביא להתייעלות במקטעים שונים במסלול הטיפול בפסולת. זאת ועוד, מאגר

נתונים זמין יכול להגביר את התפוקה של מחקרים שונים שעוסקים בניהול פסולת מוצקה ובטיפול בה. חוק PRTR הוא הזדמנות להסדרת אופן הדיווח, משום שהוא מחייב דיווח של משקל, מוצא ויעד הפסולת עבור כל משאית הנכנסת לתחנת מעבר, לתחנת מיון או לאתר קצה. הנגשתו של המידע הנאסף במרשם הפליטות לשלטון המקומי יאפשר לו להרכיב מאגר נתוני פסולת עירוני מפורט, שישמש לו ליישומם של מדדי ביצוע ולניהול מערך הפסולת. לפיכך מומלץ על:

- הקמתו של מערך לאומי לנתוני פסולת בניהולו של המשרד להגנת הסביבה. יש לעגן את הקמת המאגר ואת סמכויות הניהול, הפיקוח והאכיפה בחקיקה.
- עדכון נתוני המאגר יהיה באחריות הרשויות המקומיות ותחת פיקוחו של המשרד להגנת הסביבה.
- המאגר יעודכן בנתונים רבעוניים לכל הפחות. אופן חישוב הנתונים יוגדר במפורש על ידי המשרד להגנת הסביבה.
- מקור הנתונים יהיה מרשם הפליטות הלאומי מכוח חוק PRTR והתקשרויות הרשויות השונות עם קבלני הפינוי ואתרי הטיפול בפסולת, לרבות מפעלי מחזור ותאגידי מחזור.

ד. הנגשת מידע לציבור

חשיבותו של מידע נגיש ואמין על אודות הטיפול בפסולת ברמה המקומית וברמה הלאומית היא גבוהה. תחילה, העברת המידע לציבור באמצעות מסעות הסברה יכולה להביא להגברת מודעות ומוטיבציה בקרב הציבור ולשפר את ביצועיו. נוסף על כך, הנגשת המידע לארגוני המגזר השלישי, למכוני מחקר ולאקדמיה יכול להגביר את תפוקותיהם במחקר ולהביא ליצירת ידע הנוגע לניהול פסולת ולטיפול בה. לבסוף, שקיפות המידע היא מרכיב מרכזי בהליך ציבורי תקין ודמוקרטי, כפי שעלה מן הסקירה העולמית. על כן מומלץ על:

- מתן גישה מלאה למערך הלאומי לנתוני הפסולת לשם מחקר.
- עיבוד הנתונים במערך הלאומי לנתוני הפסולת לאור תוכניות האב ויעדי המדיניות והפקת דוח טיפול בפסולת בתדירות תלת-שנתית לכל הפחות.
- מתן גישה מקוונת לתוצאות מערכת המדדים לציבור הרחב.

9. ביבליוגרפיה

- אגמון, ת' וצדיק ע'. 2010. ניתוח בקשת המשרד להגנת הסביבה להגדיל את היטל ההטמנה. דוח מטעם מרכז המחקר והמידע של הכנסת, מוגש לוועדת הפנים והגנת הסביבה. ירושלים: הכנסת. <http://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/m02848.pdf> [נצפה ב-30 באוקטובר, 2012].
- אוסטרובסקי, ג'. 2011. פסולת אורגנית רקבובית. מסמך מדיניות של אדם טבע ודין. תל-אביב. www.adamteva.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/miss.pdf [נצפה ב-18 בפברואר, 2013].
- אוסטרובסקי, ג', רוזנבלום א' וגורמן י'. 2011. משק הפסולת והמיחזור בישראל: מבט קדימה – מהלכים מרכזיים להרחבת המיחזור ושימור המשאבים. תל-אביב: אדם טבע ודין. http://www.adamteva.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/adthoveret.pdf [נצפה ב-10 בספטמבר, 2012].
- אוסטרובסקי, ג' ורוזנבלום א'. 2012. חוק האריות: תהליך יישום. אדם טבע ודין.
- אוסטרובסקי, ג' ופרידמן ד'. 2013. הפרדת פסולת אורגנית במקור ברשויות המקומיות בישראל – דו"ח מצב יוני 2013. תל-אביב: אדם טבע ודין. http://www.adamteva.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/duchnew.pdf [נצפה ב-24 ביוני, 2013].
- אילון, א', קן ע' ושגב ט'. 2010. ניתוח מחזור חיים של הטיפול בפסולת העירונית המוצקה מקרה בוחן – רשויות מייצגות בישראל. מחקר 7-401 המדען הראשי, המשרד לאיכות הסביבה.
- איתן, מ'. 2012. "תעשייה ממאדים, רשויות מקומיות מנוגה, תעשיית מחזור מצדק וציבור משבתאי". אקולוגיה וסביבה 3(2): 193–194. magazine.isees.org.il/Files/Articles/261.pdf [נצפה ב-27 בספטמבר, 2012].
- אשור בן-ארי, נ'. שיחה אישית. 17 במרץ, 2013.
- אשור בן-ארי, נ'. 2013. ניהול חומרים מהפכת הפסולת בישראל. מצגת מטעם המשרד להגנת הסביבה. http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Policy/Documents/waste_management.pdf [נצפה ב-4 ביולי, 2013].
- אתר התקציב הפתוח. 2013. תקציב המדינה בשנת 2010. budget.msh.gov.il [נצפה ב-13 באוגוסט, 2013].
- ביוטק. 1995. סקר הרכב האשפה הארצי 1995. המשרד להגנת הסביבה.
- חוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובות דיווח ומרשם), התשע"ב–2012, ס"ח 238.
- חוק שמירת הניקיון, התשמ"ד–1984, ס"ח 142.
- חושבה לתכנון בע"מ. 2004. מדיניות הטיפול בפסולת מוצקה בישראל: מיפוי וניתוח חלופות. המשרד להגנת הסביבה. www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0401-P0500/p0419_b_1.pdf [נצפה ב-5 בפברואר, 2013].
- חפר, ש. 2011. מודל אינטגרטיבי לטיפול בפסולת מוצקה. מחקר מס' 47. תוכנית עמיתית קורת-מכון מילקן. ירושלים.

- ליבנה, ג. 2012. "קשיי הרשויות המקומיות ביישום חוק הארזיות". אקולוגיה וסביבה 3(2): 191–192. magazine.isees.org.il/Files/Articles/261.pdf [נצפה ב-27 בספטמבר, 2012].
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2012א'. "פסולת מוצקה ביתית, מסחרית וגזם, לפי מחוז ונפה". שנתון סטטיסטי לישראל: לוח 27.16.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2012ב'. "פסולת ממוחזרת, לפי סוג". שנתון סטטיסטי לישראל: לוח 27.15.
- מרכז השלטון המקומי בישראל. 2011. המהלך המשולב של המשרד להגנת הסביבה לטיפול בפסולת: בחינת משמעויות תקציביות לרשויות המקומיות. טיוטה 4. www.masham.org.il/NewsPaperKey/Documents/meshulav%20ver4.pdf [נצפה ב-17 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2012א'. סקר הרכב הפסולת בישראל יוצא לדרך. www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages/2012/december12/SekerPsolet.aspx [נצפה ב-10 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2012ב'. מסמך מדיניות הפקת אנרגיה מפסולת. על פי החלטת הממשלה מס. 3484 בעניין אנרגיות מתחדשות. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Policy/Documents/waste_energy.pdf [נצפה ב-13 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2013א'. מדיניות הטיפול בפסולת. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Policy/Pages/default.aspx [נצפה ב-10 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2013ב'. תמיכות המשרד בהפרדת פסולת. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Separation/Pages/LocalAuthSubsidy.aspx [נצפה ב-13 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2013ג'. טפסי דיווח לרשויות המקומיות. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Separation/Pages/Reports.aspx#GovXParagraphTitle2 [נצפה ב-21 בפברואר, 2013].
- המשרד להגנת הסביבה. 2013ד'. הפרדת פסולת ברשויות. www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Waste/Separation/Pages/default.aspx [נצפה ב-4 ביולי, 2013].
- משרד הפנים. 1989. תכנית מתאר ארצית לסילוק אשפה מס' ת/מ/א 16. הוראות התכנית. סברדלוב, א', מרינוב א' וקליין ד'. 2005. תוכנית-אב לטיפול בפסולת מוצקה בישראל: סיכום. www.moin.gov.il/SubjectDocuments/Tama14.pdf [נצפה ב-31 ביולי, 2012].
- קרני, א', מקוב-ישראלי ת' ויגור-מקול ע'. 2012. מדדים לצמיחה, לקיימות ולרווחת חיים, ישראל 2000–2010. דוח מטעם המשרד להגנת הסביבה.
- <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/ResearchAndPublications/Pages/Publications/P0601-P0700/P0685.aspx> [נצפה ב-10 במרץ, 2013].
- קרסין, א. 2009. יישום אפקטיבי של מדיניות סביבתית: עידוד הציות וייעול האכיפה. ירושלים: מכון ירושלים לחקר ישראל.

רוזנבלום, א' ואוסטרובסקי ג'. 2013. מה מושלך לפח? סקירה של חקיקת הפסולת, מיפוי חוסרים והדגשת הצורך בשקיפות המידע לציבור. אדם טבע ודין. http://www.adamteva.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/sviva2050.pdf. [נצפה ב-1 בפברואר, 2013].

שחף תכנון סביבתי. 2012. סקר איכות הפרדה (רשות א').

שלדג. 2006. הרכב הפסולת הביתית סקר ארצי. המשדד להגנת הסביבה.

תקנות איסוף ופינוי פסולת למיחזור (חובת פינוי פסולת למיחזור), התשנ"ח-1998, ק"ת 712.

Abba, A. H., Abu Hassan M.A., Noor Z. Z., Othman S. Z., and Yusuf R. O. 2013. "Review on Life Cycle Assessment of Integrated Solid Waste Management in Some Asian Countries". *Journal of Cleaner Production* 41 (1): 251—262.

Adriaanse, A., Bryant D., Hammond A., Rodenburg E., and Woodward R. 1995. *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resource Institute.

Agenda 21. 1992. "Chapter 40: Information for Decision-Making". United Nations Conference on Environment and Development: Rio de Janeiro.

Audit-Commission. N.D. History

<http://www.audit-commission.gov.uk/about-us/> [accessed: January 29, 2013].

Beigl, P. and Lebersorger S. 2011. "Municipal Solid Waste Generation in Municipalities: Quantifying Impacts of Household Structure, Commercial Waste and Domestic Fuels". *Waste Management* 31 (9—10): 1907—1915.

Bench, M., Harder M. K., Philip M., and Woodard R. 2001. "Evaluating the Performance of a Fortnightly Collection of Household Waste Separated into Compostables, Recyclates and Refuse in the South of England". *Resources, Conservation and Recycling* 31 (3): 265—284.

Browne, J. and Morrissey A. J. 2004. "Waste Management Models and their Application to Sustainable Waste Management". *Waste Management* 24 (3): 297—308.

Brunner, P. H. 2007. "Reshaping Urban Metabolism". *Journal of Industrial Ecology* 11 (2): 11—13.

Chung, S. S. and Poon C. S. 2000. "A Comparison of Waste Reduction Practices and the New Environmental Paradigm in Four Southern Chinese Areas". *Environmental Management* 26 (2): 195—206.

Department of Environmental Affairs. 2011. "National Waste Management Strategy". Republic of South Africa. [www.poa.gov.za/Outcome10/Supporting Documentation/National Waste Management Strategy.pdf](http://www.poa.gov.za/Outcome10/Supporting%20Documentation/National%20Waste%20Management%20Strategy.pdf) [accessed: January 31, 2013].

- Environmental Protection and Heritage Council (EPCH). 2009. *National Waste Policy: Less Waste, More Resources*. Australian Government
www.scew.gov.au/publications/nwp/pubs/wastemgt_rpt__national_waste_policy_framework_less_waste_more_resources_print_ver_200911.pdf [accessed: January 20, 2013].
- European Commission. 2000. *A Study on the Economic Valuation of Environmental Externalities from Landfill and Incineration of Waste*. Directorate-General Environment. ec.europa.eu/environment/enveco/waste/pdf/cowi_ext_from_landfill.pdf [accessed: July 2, 2013].
- Hanssen, O. J., Møller H., Olsen A., and Rubach S. 2003. "National Indicators for Material Efficiency and Waste Minimization for the Norwegian Packaging Sector 1995—2001". *Resources, Conservation and Recycling* 38 (2): 123—137.
- HM Government [Communities and Local Government]. 2007. National Indicators for Local Authorities and Local Authority Partnerships: Handbook of Definitions — Annex 4.
www.wastedataflow.org/documents/guidancenotes/NationalIndicators/GN31_Handbook_Definitions_1.0.pdf [accessed: January 29, 2013].
- Lehmann, S. and Zaman A. U. 2013. "The Zero Waste Index: A Performance Measurement Tool for Waste Management Systems in a 'Zero Waste City'". *Journal of Cleaner Production* 50 (1): 123—132.
- Local Government Act 1999 c.27
www.legislation.gov.uk/ukpga/1999/27/contents [accessed: January 29, 2013].
- Local Government (Best Value) Performance Indicators and Performance Standards (England) Order 2005
www.legislation.gov.uk/uksi/2005/598/contents/made [accessed: January 29, 2013].
- Ministry for the Environment. 2000. *Environmental Performance Indicators: Confirmed Indicators for Waste, Hazardous Waste and Contaminated Sites*. New Zealand Government. www.mfe.govt.nz/publications/ser/waste-indicators-sep00.html [accessed: February 28, 2013].
- Nitivattananon, V. and Suttibak S. 2008. "Assessment of Factors Influencing the Performance of Solid Waste Recycling Programs". *Resources, Conservation and Recycling* 5 (1-2): 45—56.
- OECD. 2013. Better Life Index.
<http://www.oecdbetterlifeindex.org/>

Ristić, G. 2005. "Basic Indicators of Integrated Solid Waste Management". *Working and Living Environmental Protection* 2 (5): 383—392.

Thomas, C. 2001. "Public Understanding and its Effects on Recycling Performance in Hampshire and Milton Keyens". *Resources, Conservation and Recycling* 32 (3-4): 259—274.

Tom Wraith. Phone Interview. January 23, 2013.

USAID. 1998. *Guidelines for Indicator and Aata Quality*. TIPS no. 12, USAID Center for Development Information and Evaluation transition.usaid.gov/policy/ads/200/tips12.pdf [accessed: December 5, 2012].

US EPA. 2009. *Municipal Solid Waste in the United States: 2009 Facts and Figures*. Office and Solid Waste Emergency Response. www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/pubs/msw2009rpt.pdf [accessed: March 6, 2013].

WasteDataFlow [WDF]. 2013. WasteDataFlow Guidance www.wastedataflow.org/html/datasets.aspx [accessed: January 29, 2013].

10. נספחים

10.1 נספח 1: משוואות לחישוב המדדים

א. משקל פסולת אורגנית נטו למשק בית משתתף בהפרדה במקור

$$\left[\frac{\text{טונות פסולת אורגנית מופרדת בחודש } x \text{ 1000}}{\text{מספר משקי בית המשתתפים בהפרדה}} \right] \times \left[\text{שיעור שאריות} - 1 \right]$$

ב. משקל מתמחזרים למשק בית ברשות המקומית

$$\frac{\text{טונות פסולת מתמחזרים מופרדת בחודש } x \text{ 1000}}{\text{מספר משקי בית ברשות המקומית}}$$

ג. משקל פסולת ביתית נוצרת לנפש ברשות המקומית

$$\frac{\text{סכימת כלל זרמי הפסולת הביתית } x \text{ 1000}}{\text{מספר התושבים ברשות המקומית}}$$

ד. שיעור הפרדה במקור

$$\frac{\text{סכימת פסולת אורגנית נטו ופסולת מתמחזרים בחודש}}{\text{משקל פסולת ביתית נוצרת בחודש}} \times 100\%$$

ה. שיעור המחזור וההשבה מסך הפסולת

סכימת פסולת אורגנית נטו, מתמחזרים וכן תוצרי המיון של תחנת המעבר $\times 100\%$

משקל פסולת ביתית נוצרת בחודש

י. שיעור איסוף יחסי

Q_i

משקל פסולת ביתית נוצרת בחודש $\times 100\%$
 משקל פסולת ביתית נוצרת בחודש \times שיעור משקל הרכיב בזרם הפסולת + Q_i

ז. השקעה ממשלתית להסטת טונה פסולת מהטמנה⁴⁷

מענק נומינלי ממוצע לשנה (מתוך 6 שנות התחייבות)

דלתא

⁴⁷ דלתא = [(פסולת נוצרת פחות פסולת להטמנה בשנת היעד) פחות (פסולת נוצרת פחות פסולת להטמנה בשנת הבסיס)]

FELLOWS | MILKEN
PROGRAM | INSTITUTE

תוכנית עמיתי מכון מילקן
רחוב ושינגטון 4
ירושלים, 9418704

info@mifellows.org
www.mifellows.org